

12
2ej

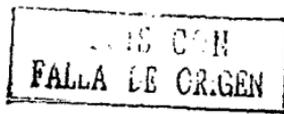
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES
" A R A G O N "



PROYECTO DE RELLENO SANITARIO
EN EL BORDO PONIENTE EX-LAGO
DE TEXCOCO

TESIS PROFESIONAL
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A :
GONZALEZ MORENO FRANCISCO DANIEL





UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	Pag.
INTRODUCCION -----	1
OBJETIVO -----	3
ANTECEDENTES -----	7
CAPITULO I. GENERALIDADES	
1.1 GEOMORFOLOGIA -----	11
1.2 GEOLOGIA -----	13
1.3 RELIEVE Y PENDIENTE -----	14
1.4 ANTECEDENTES HISTORICOS -----	16
1.4.1 EPOCA PREHISPANICA -----	18
1.4.2 EPOCA COLONIAL -----	19
1.4.3 EPOCA INDEPENDIENTE -----	20
1.4.4 DE 1930 A 1960 -----	22
1.4.5 DE 1960 A 1970 -----	24
1.4.6 DE 1970 A 1980 -----	25
1.4.7 DE 1980 A 1985 -----	25
1.5 UBICACION Y VIAS DE ACCESO -----	27
CAPITULO II. ESTUDIOS PRELIMINARES	
2.1 USO ACTUAL DEL SUELO -----	30
2.2 TENENCIA DE LA TIERRA -----	30
2.3 DISPONIBILIDAD DE COMPRA -----	30
2.4 CAPACIDAD Y VIDA UTIL -----	31
2.5 DISPONIBILIDAD DE MATERIALES DE CUBIERTA ---	32
2.6 GEOHIDROLOGIA E HIDROLOGIA -----	32
2.7 CLIMATOLOGIA Y PLUVIOGRAFIA -----	33
2.7.1 CLIMA -----	33
2.7.2 PLUVIOGRAFIA -----	33
2.7.3 EVAPORACION -----	33
2.7.4 VIENTOS -----	33

	Pag.
CAPITULO III. ESTUDIOS GEOHIDROLOGICOS E	
HIDROLOGICOS	
3.1	NIVEL DE AGUAS FREATICAS ----- 36
3.2	UBICACION, ESPESOR Y DIRECCION DEL AGUA
	SUBTERRANEA ----- 36
3.3	CORTES ESTRATIGRAFICOS ----- 37
3.4	MECANICA DE SUELOS ----- 39
3.5	EDAFOLOGIA ----- 43
CAPITULO IV. PROCESO DE LOS DESECHOS SOLIDOS	
4.1	PROBLEMÁTICA ----- 45
4.2	ALMACENAMIENTO ----- 46
4.3	TRATAMIENTO ----- 47
4.4	SISTEMA DE TRANSFERENCIA ----- 49
4.5	PROCESO DE LOS DESECHOS SOLIDOS ----- 52
4.5.1	GENERACION ----- 52
4.5.2	ALMACENAMIENTO ----- 52
4.5.3	BARRIO, RECOLECCION Y TRANSPORTE ----- 52
4.5.4	TRANSFERENCIA ----- 54
4.5.5	TRATAMIENTO ----- 54
4.5.6	DISPOSICION FINAL ----- 54
4.6	CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS ----- 55
4.6.1	DESECHOS ORGANICOS ----- 56
4.6.2	DESECHOS INORGANICOS ----- 58
4.7	RECICLAJE ----- 61
4.7.1	PAPEL ----- 62
4.7.2	DESECHOS METALICOS ----- 64
4.7.3	VIDRIO ----- 64
4.7.4	DESECHOS PLASTICOS ----- 65
CAPITULO V. DISPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS	
MUNICIPALES	
5.1	DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO ----- 67
5.1.1	NIVEL DE DESPLANTE ----- 68
5.1.2	DISEÑO DE NIVEL ----- 70
5.1.2.1	PRIMER NIVEL ----- 70

	Pag.
5.1.2.2 SEGUNDO NIVEL -----	71
5.1.2.3 TERCER NIVEL -----	73
5.1.3 MATERIAL DE CUBIERTA -----	73
5.1.4 VIALIDAD -----	74
5.1.5 DISEÑO DE LA SUPERFICIE FINAL -----	78
5.2 OBRAS COMPLEMENTARIAS -----	84
5.2.1 CAMINOS DE ACCESO -----	84
5.2.2 CAPTACION DE BIOGAS -----	84
5.2.3 BARDEADO -----	93
5.3 CARACTERIZACION DE LOS LIXIVIADOS -----	94
5.4 MANUAL DE OPERACION -----	97
5.4.1 CONTROL DE ACCESO -----	97
5.4.2 METODO DE OPERACION -----	100
CAPITULO VI. DISPOSICION DE LOS DESECHOS	
SOLIDOS INDUSTRIALES	
6.1 ANTECEDENTES -----	107
6.2 PROBLEMATICA ACTUAL -----	118
6.3 UBICACION DEL SITIO -----	119
6.4 DISEÑO DEL CONFINAMIENTO CONTROLADO -----	120
6.4.1 VOLUMEN POR RECIBIR -----	120
6.4.2 DISEÑO DE MACROCELDAS -----	121
6.4.3 IMPERMEABILIZACION -----	122
6.4.4 PREPARACION DEL SITIO -----	123
6.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS -----	123
6.5.1 CAPA FINAL -----	124
6.5.2 CAMINOS INTERIORES -----	124
6.5.3 OBRAS DE DRENAJE -----	125
6.5.4 INSTALACIONES PARA SEGURIDAD DE PERSONAL ---	125
6.5.5 BARDAS Y CERCOS -----	126
6.5.6 LETREROS DE VIALIDAD Y SEGURIDAD -----	126
6.6 MANUAL DE OPERACION -----	127
6.6.1 CONTROL DE ACCESO -----	127
6.6.2 PESAJE -----	128

	Pag.
6.6.3	ACCESO A LA ZONA DE CONFINAMIENTO ----- 129
6.6.4	DESCARGA ----- 130
6.6.5	SELECCION DE LA MACROCELDA ----- 131
6.6.6	TRANSPORTE ----- 131
6.6.7	OPERACION EN EL FRENTE DE TRABAJO ----- 136
6.7	MEDIDAS DE SEGURIDAD ----- 138
6.7.1	MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES CORROSIVOS -- 138
6.7.2	MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES REACTIVOS --- 139
6.7.3	MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES EXPLOSIVOS -- 141
6.7.4	MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES TOXICOS ----- 141
6.7.5	MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES INFLAMABLES O FLAMABLES ----- 144
CAPITULO VII. DISPOSICION DE LODOS	
7.1	ANTECEDENTES ----- 146
7.2	DESCRIPCION DEL SITIO ----- 146
7.3	PREPARACION DEL SITIO ----- 148
7.4	DISEÑO DEL SISTEMA DE DISPOSICION ----- 148
7.4.1	VOLUMEN POR RECIBIR ----- 148
7.4.2	VOLUMEN DISPONIBLE Y VIDA UTIL ----- 149
7.4.3	SELECCION DEL METODO DE OPERACION ----- 150
7.4.4	NUMERO DE HILERAS DIARIAS ----- 151
7.4.5	AREA DE DESCARGA ----- 152
7.4.6	SUPERFICIE FINAL ----- 154
7.4.7	CALENDARIZACION ----- 155
7.5	OPERACION ----- 155
7.5.1	CONTROL DE LLEGADAS ----- 155
7.5.2	FRENTE DE TRABAJO ----- 155
7.5.3	DESCARGA ----- 156
7.5.4	VERTIDO ----- 156
7.6	REQUERIMIENTO DE PERSONAL Y MAQUINARIA ----- 157
7.6.1	PERSONAL ----- 157
7.6.2	MAQUINARIA ----- 159

	Pag.
CAPITULO VIII. PROYECTO DE REFORESTACION	
8.1	PROBLEMÁTICA ----- 161
8.2	ESTRATEGIA GENERAL ----- 161
8.3	ANTECEDENTES ----- 162
8.4	OBJETIVO ----- 163
8.5	CONDICIONES GENERALES DEL RELLENO SANITARIO ----- 164
8.6	METODOLOGIA ----- 166
CAPITULO IX. REGLAMENTO	
9.1	CAP. I DISPOSICIONES GENERALES ----- 183
9.2	CAP. II RECOLECCION DOMICILIARIA ----- 189
9.3	CAP. III RECOLECCION EN INDUSTRIAS, COMERCIOS OFICINAS Y SIMILARES ----- 190
9.4	CAP. IV RECOLECCION ESPECIAL ----- 192
9.5	CAP. V TRANSPORTACION ----- 192
9.6	CAP. VI TRATAMIENTO ----- 193
9.7	CAP. VII SITIOS DE DISPOSICION FINAL ----- 194
9.8	CAP. VIII DE LOS PEPEÑADORES ----- 195
9.9	CAP. IX DE LOS HABITANTES ----- 196
9.10	CAP. X PROHIBICIONES ----- 200
9.11	CAP. XI DEL PERSONAL DE SERVICIO ----- 201
9.12	CAP. XII DE LA SUPERVISION DEL SERVICIO ----- 203
9.13	CAP. XIII DEL RECURSO DE RENOVACION ----- 204
9.14	CAP. XIV SANCIONES ----- 205
9.15	TRANSITORIOS ----- 209
	CONCLUSIONES ----- 210
	BIBLIOGRAFIA ----- 212

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

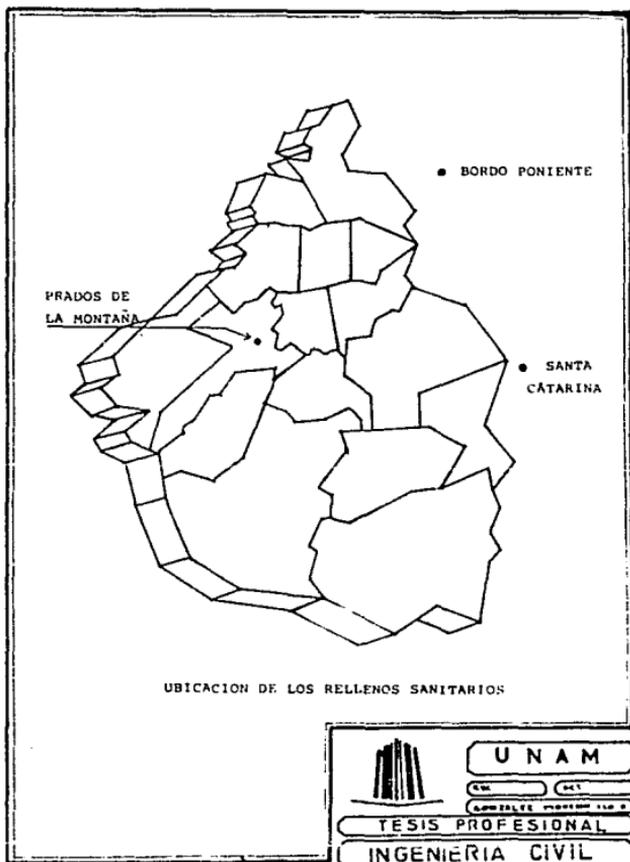
Uno de los problemas que aquejan a la Ciudad de México, es la inadecuado tratamiento de los desechos sólidos (basura) generados por ella a través de los años.

Esta deficiencia ha propiciado el desarrollo de grandes tiraderos a cielo abierto, los cuales se encuentran en lugares inapropiados, contribuyendo en la contaminación del agua, aire y suelo afectando de esta forma la salud de la población.

Recientemente, el Departamento del Distrito Federal, ha tenido la necesidad de efectuar la disposición final de grandes volúmenes de lodo de desazolves y, de desechos industriales, lo cual viene a complicar aún más la problemática expuesta.

Una de las zonas que se han considerado idóneas para estos fines, es la ubicada en Bordo Poniente, en donde actualmente se está operando en Relleno Sanitario.

La intención del presente trabajo es replantear el proyecto actual en Bordo Poniente, formulando un plan estratégico para la disposición final de desechos municipales, desechos industriales y lodos de desazolves.



O B J E T I V O

Concientes del grave problema que agobia a ésta - inmensa Ciudad de México en cuanto al desequilibrio de los sistemas ecológicos, que continuamente generan los diversos sectores productivos y la población en general, las autoridades del Distrito Federal iniciaron diversos programas y proyectos para encontrar las soluciones a este gran problema.

Dentro de este proyecto, destaca en forma preponderante la disposición final de los desechos sólidos a través de los campos de Relleno Sanitario, proyectados, diseñados, construidos y operados en forma altamente tecnificada.

Previos estudios y evaluaciones efectuadas por las autoridades antes mencionadas, seleccionaron el área del Vaso de Texcoco para que se realizaran los estudios, proyectos, diseños y manuales de operación para un campo de Relleno Sanitario Clase II.

Cabe señalar que dentro de las técnicas avanzadas para el diseño de campos de Relleno Sanitario, éstas se -- clasifican en tres categorías:

Relleno Sanitario Clase I. Es aquel que acepta en su interior, toda clase de desechos sólidos y líquidos, incluyendo los peligrosos y los altamente peligrosos, con excepción de los radioactivos.

Relleno Sanitario Clase II. Es aquel que en su interior recibe y acepta desechos sólidos, de mercado, parques y jardines, sólidos industriales no peligrosos, comerciales y escombros.

Relleno Sanitario Clase III. Solamente en su interior acepta escombros y material de demolición y no genera gas metano.

El presente proyecto, deberá de clasificarse como un Relleno Sanitario Clase II, cuyos objetivos son:

a).- Depositar los desechos del área oriente y norte del Distrito Federal, en forma segura y adecuada.

b).- Eliminar los actuales tiraderos, protegiendo los mantos acuíferos del sub-suelo.

c).- Nulificar la problemática social de la pepena, ya que este campo de Relleno Sanitario es el único al-

tamente tecnificado en el Distrito Federal, no aceptará -
pepena de ninguna especie.

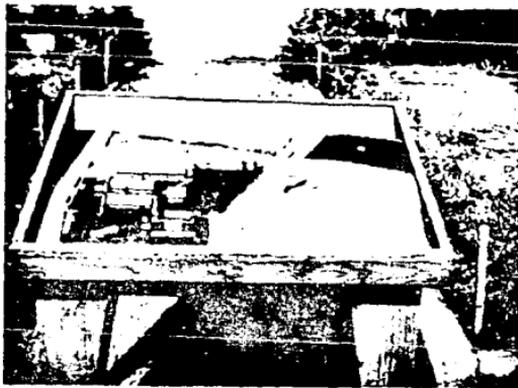
d).- Eliminar la generación de fauna nociva.

e).- Regeneración del área, convirtiendola en --
áreas verdes y evitar tolveneras.

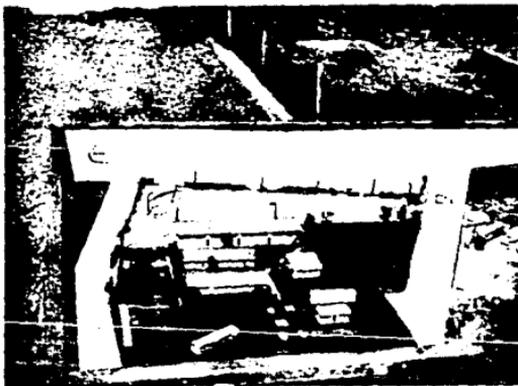
f).- Diseñar las etapas del Relleno Sanitario pa-
ra desechos municipales. Este diseño también abarca desde
la preparación del terreno hasta las obras complementarias

g).- Diseñar un confinamiento industrial con to--
das las características de seguridad que estos deben lle--
nar. El diseño abarca desde la preparación del terreno -
(nivelación , tendido de caminos, etc.) hasta las obras -
complementarias.

h).- Diseñar el método de operación para la dis--
posición final de lodos de desazolve en una área determina
da.



Maqueta que muestra en forma general el Relleno Sanitario de Bordo Poniente.



ANTECEDENTES

Como resultado de las políticas emprendidas por el Departamento del Distrito Federal, en el año de 1985 se inició la operación del primer Relleno Sanitario en la Cd. de México, este se encuentra en el límite Oeste de la Zona Federal del Vaso del Ex-Lago de Texcoco, exactamente en el lugar denominado Bordo Poniente. La utilización de éste sitio se consiguió mediante un convenio establecido con la Comisión del Lago de Texcoco en donde ésta autorizó al D.D.F. para disponer desechos sólidos en una parte de la zona federal.

En el mes de febrero de 1986 se iniciaron las obras de desazolves del Gran Canal y el Colector Poniente, por parte de la Dirección General de Construcción y Operación - Hidráulica, por lo que ésta solicitó a la Dirección de Servicios Urbanos una área para depositar las grandes cantidades de lodo extraído en dichas obras en los sitios de Disposición Final que actualmente están operando.

Ante esta situación fue necesario plantear un proyecto global que involucre no solo la Disposición Final de los materiales arriba mencionados, sino de manera prioritaria la protección del medio ambiente, lo cual se logra

asignando áreas perfectamente definidas para cada tipo de sustancias a depositar.

Las autoridades del Departamento del Distrito Federal con base a los estudios realizados por la Dirección General de Servicios Urbanos llegó a la conclusión de que el método de Relleno Sanitario es en corto plazo, es el más adecuado para la disposición final de los desechos sólidos

El Relleno Sanitario es un método de disposición final en el cual los desechos son depositados en el frente de trabajo, esparcidos, compactados a su menor volumen posible y cubiertos al final de cada día de operación con la finalidad de minimizar los riesgos potenciales de contaminación al medio ambiente, ésta sencilla definición encierra todo un procedimiento en el que concurren varias áreas de la ingeniería, con el objeto de hacer el Relleno Sanitario el método más económico en la actualidad para la disposición final de los desechos sólidos, además de que cumple con la protección al medio ambiente.

El convenio realizado entre la Comisión del Vaso de Texcoco y el D.D.F. para la realización de un Relleno Sanitario comprende en resumen la utilización de un terreno con una superficie de 187 ha. aproximadamente, compren-

dida en dos etapas, la primera consiste en una área de 75-ha. la cual está limitada al norte, por el denominado "Bordo Poniente"; al sur por el Bordo del Lago de Regulación - Horaria y El Canal Norte de éste mismo Lago; al oriente - por el Dren General del Valle de México y al poniente, por el "Bordo Poniente" y el Relleno Sanitario el cual fué uti lizado por las Delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo-A. Madero ocupando una superficie de 37 ha. La se-- gunda etapa contempla 75 ha. aproximadamente y se localiza la infraestructura que se necesita para operar un Relleno-Sanitario.

El convenio contempla un período de 5 años aproxi-- madamente para realizar las operaciones del Relleno Sanita rio en la primera etapa; posteriormente se contempla la se gunda etapa y en un futuro estará en funcionamiento la ter-- cera etapa.

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

1.1.- GEOMORFOLOGIA

La Cuenca del Valle de México esta situada en el -
bordo sur de la Mesa Central, a $19^{\circ} 26'$ de latitud norte y
 $99^{\circ} 08'$ de longitud oeste, la superficie total del Valle -
de México representa $9,600 \text{ Km}^2$.

La Cuenca esta limitada, al norte, por las Sierras
de Tepoztlán, Tezontlalpan y Pachuca; al este la Serranía-
de Pachuca y las Sierras de Calpulalpan, Río Frio y Nevada
al sur la Sierra de Chichinautzin; al poniente, por las --
Sierras de las Cruces, Monte Alto y Monte Bajo.

El Valle de México se asienta a los 2230 m. aproxi-
madamente, formando una gran planicie, de origen lacustre,
limitada por las Sierras antes mencionadas.

El interior del Valle se encuentran las Sierras de
Guadalupe y Santa Catarina, la primera situada al norte de
la Ciudad de México, separa las zonas lacustres de Texcoco
y Zumpango; la segunda, formada por una serie de colinas -
de mediana altura, se localiza entre el Valle de Xochimil-
co-Chalco y el Lago de Texcoco, en dicha área, las eleva--
ciones máximas superan, en general, los 3,000 msnm, alcan-
zando alturas hasta de 5,000 msnm; en la Sierra Nevada, -
las alturas menores se sitúan al norte de la Cuenca, entre
la Sierra de Tepoztlán y la de Tezontlalpan, sitio en el
cual se han hecho las salidas artificiales de las aguas de

la Cuenca.

La Zona Federal del Lago de Texcoco, se localiza - aproximadamente entre las coordenadas $19^{\circ} 21'$ y $19^{\circ} 35'$ de latitud norte y $98^{\circ} 56'$ y $99^{\circ} 02'$ de longitud oeste a -- 2,236 msnm. y con una superficie de 14,500 ha.

El sitio designado es de origen lacustre y cubierto en un 70% por aguas negras debido a fugas en los drenes de la Comisión del Lago de Texcoco.

El saneamiento de la zona se hizo de acuerdo a normas señaladas por la Comisión del Lago de Texcoco, debiéndose hacer movimientos de compuertas y construir algunos - bordos para evitar la entrada de agua de los drenes a la - zona asignada, éstos movimientos y cambios los coordinó la Comisión del Lago de Texcoco.

El sitio tiene características especiales, pues el subsuelo es impermeable hasta los 600 m. de profundidad, -- aunque en la superficie está saturada como consecuencia de su calidad lacustre.

Una vez drenada el agua superficial, se procedió a hacer el trazo de caminos de calles, tanto primarios como - secundarios, así como construir las instalaciones necesa --

rias para control, administración, sanitaria y de mantenimiento.

1.2 .- GEOLOGIA

Geológicamente, la Cuenca del Valle de México está situada en el centro de la franja volcánica que atraviesa la República Mexicana de este a oeste, dicha Cuenca ha estado sujeta a grandes esfuerzos tectónicos; así como erupciones volcánicas ocurridas desde principios del terciario hasta épocas recientes. Las formaciones del terciario medio comprenden: restos de volcanes estratificados, tobos, brechas, derrames y depósitos de lava. Los tipos de roca de esta época son muy variados: andesitas, andesitas basálticas, basaltos, dacitas, etc; éstas formaciones afloran principalmente en la parte inferior de las Sierras de la Cuenca al este, oeste y norte.

En los estratos pertenecientes al terciario superior, al este y, oeste de la Cuenca se presentan grandes depósitos de lavas, y en Ixtlacihuatl y el Ajusco, las series de andesíticas antiguas.

Testigos de este período son también los restos volcánicos estratificados y los extensos complejos en la mitad septentrional de la Cuenca; así como otros tipos de formaciones depositadas a distintas elevaciones.

En la época cuaternaria se inició un último ciclo de vulcanismo cuyas manifestaciones aun persisten, en esta etapa se formaron entre otros, los Volcanes Cerro Gordo, - Chimalhuacán, Estrella y Chiconautla. Posteriormente, entre las Sierra Nevada y de Las Cruces, se formó con lavas basálticas que cerraron la Cuenca hacia el sur, la - Sierra Chichinautzin. El cierre de la Cuenca permitió el relleno de la zona con materiales de acarreo de cenizas volcánicas, transportados por el aire o por corrientes de agua hacia las partes bajas, lo cual ocasionó la - creación de una gran planicie ocupada por grandes lagos de poca profundidad.

La últimas manifestaciones del vulcanismo fueron - las erupciones del Xitle, hace 2,400 años, y la del Popocatépetl, hace 1,900 años. Según estimación de estudios realizados, el fondo de la Cuenca se encuentra a una profundidad comprendida entre los 800 y 1,200 m.

1.3.- RELIEVE Y PENDIENTE

La parte más baja de la Cuenca, correspondiente a la zona de aluviones, tiene un relieve muy plano con pendientes menores del 1%, interrumpido éste tan solo por algunos accidentes orográficos como las Sierras de Guadalupe y Santa Catarina o pequeños promotorios, el caso del Lago

de Texcoco es similar, sólo que en éste los accidentes están representados por el Cerro del Peñon y el Cerro de Chimalhuacán, conforme se va uno aproximando al pie de las Sierras, se van presentando mayores pendientes, en esta inspección, se atraviesa por una zona intermedia de lomeríos donde las pendientes fluctúan entre el 5 y 20%.

Ya en plena Sierra, existen pendientes superiores al 20%, las cuales llegan a alcanzar hasta el 60% y 70%.

Sólo el hacia el norte, entre las Sierras de Tepozotlán y Tezontlalpan, no se manifiesta un relieve tan abrupto.

Dentro del área definida de estudio, se presentan pendientes desde prácticamente 0% en la Zona Federal del Lago de Texcoco (ZFLT), hasta pendientes mayores de 60%, en la Sierra Nevada. Las pendientes de la ZFLT son menores del 2%; el terreno plano se extiende por el sur, hasta el Cerro de Chimalhuacán, sitio donde la pendiente aumenta a valores superiores al 20%; por el norte, hasta Chiconautla, lugar donde se registran pendientes del 20%, por el oriente, las áreas planas se extienden ligeramente, al este de Texcoco, región donde se inicia una zona cerril que representa la transición entre la planicie y la sierra

1.4.-

ANTECEDENTES HISTORICOS

En este escenario hizo su aparición el hombre, a partir de ese momento, los recursos naturales de la Cuenca - se vieron a una explotación intensiva, que con el tiempo, -- produjo deforestación, reducción de los recursos hidráulicos, desecación de lagos, cambios drásticos en el suelo.

Hace 700 años aproximadamente, la Cuenca del Valle de México se vió sometida a fuertes presiones debido a - que desde entonces se convirtió en el centro político, económico y cultural de las diferentes civilizaciones que se - han asentado en ella.

Las primeras obras hidráulicas de la zona se efectuaron en los tiempos del Imperio Azteca, en esta época , el deterioro del suelo no fue intenso porque este pueblo guerrero vivía, en buena parte, de los tributos que imponía a - las poblaciones conquistadas, además utilizaban el sistema - de chinampas adaptándose a las condiciones ambientales del - área.

La primera obra de desagüe del Valle de México se realizó durante la Epoca Colonial, asimismo se inició la urbanización a gran escala y la superficie ocupada por la

Ciudad de México casi cuadruplicó su extensión.

Dentro del Valle, la agricultura continuó desarrollándose en pequeña escala, pues en la Epoca Colonial, la principal proveedora de alimentos era la región del Bajío.

El crecimiento de la ciudad provocó la explotación forestal intensiva, ya que la madera se necesitaba para -- las nuevas construcciones.

En el período que comprende desde la independencia hasta 1,900 no hubo, con respecto a la Epoca Colonial, --- grandes cambios en la zona, pues en esta etapa no se realizaron obras de importancia, excepto en el campo de la hi-- draúlica, en el cual sí se construyeron dos obras relevantes: el Tunel de Tequisquiác y el Gran Canal de Desagüe.

La Cuenca del Valle de México era endorreica o cerrada, según geólogos e historiadores, el fondo del Valle estaba cubierto en su mayor parte por un gran lago, donde fluan las corrientes ubicadas en la Cuenca.

En el cuadro puede observarse los pasos que ha seguido, en sus diferentes épocas, la evolución del Lago de Texcoco, dicha evolución es producto de las acciones que -- se han llevado a cabo para modificarlo, éstas se describen en seguida:

EVOLUCION DEL LAGO DE TEXCOCO

AÑOS	AREA	CAPACIDAD (MILES DE M. CUB)
1608	41 000	----
1774	18 200	----
1856	35 000	----
1861	27 217	----
1865	43 858	----
1904	26 691	170 884
1931	17 113	100 920
1945	13 500	97 500
1966	14 000	165 000

1.4.1.- EPOCA PREHISPANICA

Las obras hidráulicas destinadas a modificar las condiciones hidrológicas de la Cuenca del Valle de México, fueron iniciadas por los aztecas, con el fin de controlar los cambios bruscos del nivel del agua en los lagos, construyeron los albarradones, primeras obras de ingeniería, cuyo propósito era proteger a Tenochtitlán de las inundaciones del Lago de Texcoco (salobre por la evaporación y por la presencia de manantiales de agua termal) contaminaban las aguas dulces de los lagos vecinos.

A la llegada de los españoles, en la Cuenca del Valle de México, existían una serie de lagos, tales como el de Texcoco, Chalco, Xochimilco, Zumpango, Apan, Tochac y Tecomalco; entre éstos, el de Texcoco era el que estaba a nivel más bajo y tenía mayor amplitud.

Diversos códigos del siglo XV, así como relatos de -
Hernán Cortés, Bernal Díaz del Castillo y otros cronistas, -
describen las inundaciones que se produjeron antes del arri-
bo de los españoles, entre ellas sobresale una ocurrida en -
1449, a raíz de la cual se levantó el " Albarradón de Netza-
hualcóyotl ", un dique con compuertas, que medía 16 km. de -
longitud y se extendía desde Atzacualco hasta Ixtapalapa, --
también en los lagos del sur se efectuaron otras obras nota-
bles como los diques de Tláhuac (Cuitláhuac) y Mexicalzín-
go.

1.4.2.- EPOCA COLONIAL

Durante la Colonia, el problema que representaba el-
agua de la Cuenca, planteó la ineludible necesidad de proteg-
erse contra posibles inundaciones con remedios transitorios
como la construcción de diques, o bien con medidas definiti-
vas, como las consistentes en dar salida artificial a las --
aguas de la Cuenca.

Planes de la época virreinal (siglo XVI),muestran
una reducción en el área de los lagos, ésta permitió un in-
cremento de las tierras laborables y el desarrollo de pobla-
dos en zonas anteriormente cubiertas por agua.

En 1555, se registró otra inundación importante, la que tuvo lugar sobre la Ciudad de México, que en ese momento ya no se encontraba protegida por el "Albarradón de -- Netzahualcōyotl", puesto que éste había sido destruido -- por los españoles. Esta catástrofe originó la construcción de un nuevo dique: "El Albarradón Nuevo de los -- Españoles", además se erigió el dique de San Cristóbal para separar el Lago de Xaltocan del de Texcoco.

Las inundaciones ocurridas en 1604 y 1607, motivaron el Tunel de Nochistongo, proyecto de Enrico Martínez, cuya finalidad era evitar las aguas del río Cuautitlán fuera de la Cuenca. La obra se inició en 1607, pero al año se derrumbó el tunel, y fue concluida hasta fines del siglo XVII, como tajo (Tajo de Nochistongo).

Durante el siglo XVIII se gesta la idea de abatir las aguas del Lago de Texcoco y, por fin, en 1774, la Cd. de México ya no era una isla.

1.4.3.- EPOCA INDEPENDIENTE

Después de las obras del Tajo de Nochistongo, no se realizó ninguna otra obra que tuviera por objeto defender a la Ciudad de México de las inundaciones, hasta que, en 1865, se iniciaron los trabajos del Tunel de Tequisquiác y del Gran Canal del Desagüe; dichas obras se concluyeron en

1900. En 1865, una inundación obligó a cerrar el dique de Culhuacán y a construir alrededor de la Ciudad un -
bordo de 25 km. (Bordo de Circunvalación).

La consecuencia de la salida de las aguas del Valle de México por el Tajo de Nochistongo y el Tunel de Tequisquiac, es que en el presente siglo se registra la mayor reducción del área de los lagos, al secarse paulatinamente -
los de Xaltocan, San Cristóbal y Chalco.

El Lago de Zumpango recibe parte de las aguas de -
los ríos de Cuautitlán, Tepozotlán y avenidas de Pachuca, -
mientras que el Lago de Xochimilco queda reducido a una zona de chinampas y a unos cuantos canales.

El Lago de Texcoco continua siendo el vaso más amplio, el cual regula las aguas que a él escurren, mismas -
que posteriormente son extraídos del Valle de México por el Gran Canal de Desagüe.

Por decreto presidencial del 07 de mayo de 1912, se fijó como límite del lago la cota 7.10 m. (aproximadamente 2,237.5 msnm.), con una superficie de 27,000 ha. y una capacidad de 171 millones de metros cúbicos.

A principios del siglo se inició la explotación de las aguas subterráneas de la Cuenca. El sistema Xochimilco para abastecimiento de agua, del cual se extraen 6.5 m³/seg., data de esta época.

1.4.4.- De 1930 a 1960

Entre los años de 1934 y 1939, se construyeron los Bordos Poniente y Xochiaca, este último al sur, que fijaron los límites actuales del lago en esas dos direcciones, reduciendo la superficie del mismo a 17 000 ha. y su capacidad a 101 millones de m³; el objeto de las obras fué rescatar tierras del lago, 6 000 ha. en la zona poniente y 4 000 ha. en la parte sur.

En 1938, se inició la construcción de " El Caracol" con una superficie de 850 ha. El propósito de dicha obra era concentrar sales provenientes del lavado de tierras de las zonas descubiertas por las aguas del Lago de Texcoco, y producir carbonato de sodio y sosa cáustica.

En 1944, se otorgó concesión a Sosa Texcoco, S. A. para la explotación de las salmueras alcalinas. Las papeleras de San Cristóbal y Peña Pobre, las cuales tienen concesionada la explotación de bosques en la cuenca, son también de la época

A mediados de los años treinta, se introdujo la -- práctica de riego con aguas subterráneas en los alrededores del lago, pero principalmente en Texcoco. Esta práctica también se desarrolló al norte de la Cuenca, en la zona de Cuautitlán, ambas zonas se han caracterizado, desde entonces, como las principales cuencas lecheras dentro del Valle.

A fines del periodo anteriormente mencionado, principió el crecimiento explosivo de la Ciudad de México, los asentamientos humanos que empezaban a localizarse en la -- región, generaron presiones muy fuertes sobre el lago.

El desarrollo urbano-industrial redundó en un crecimiento de la extracción de aguas subterráneas con propósitos de abastecimientos de agua potable, produciéndose de esta forma la sobreexplotación del recurso.

Durante éste mismo período, se desarrollaron o se modernizaron importantes vías de comunicación alrededor -- del lago, tales como los caminos que lo circundaban, y entonces se construyó el Aeropuerto de la Ciudad de México.

Al finalizar los años cincuenta, la superficie -- que cubría el agua en el Lago de Texcoco, era muy inferior a la nominal, esto trajo como consecuencia que los -- problemas de tolvaneras se agravaran grandemente.

1.4.5.- De 1960 a 1970

En esta etapa se llevó a cabo la densificación urbana alrededor del lago, la cual ha originado cada vez una mayor presión y, desde entonces, ha provocado invasiones - frecuentes de la zona del lago que representa el límite de éste en 1912.

En esta época, empezó a tenerse conciencia del problema ecológico del Valle de México en general y del Lago en particular. Por este motivo se creó la Comisión Hidrológica del Valle de México y, por iniciativa del Dr. Nabor Carrillo, se desarrolló el proyecto Texcoco, el cual buscaba dar solución a los problemas que planteaba a la Cd de México.

En 1967, el Departamento del Distrito Federal inició las obras del drenaje profundo de la Ciudad de México, última obra realizada con el objeto de dar salida a las -- aguas del Valle. El mismo Departamento del Distrito Federal llevó a cabo la canalización de los ríos Churubusco y de los Remedios, entre otros, además, principió la - construcción de las plantas de tratamiento del Cerro de la Estrella y de Xochimilco, las cuales utilizaban aguas del río Churubusco.

1.4.6.- De 1970 a 1980

En este periodo se iniciaron las actividades tendientes a mejorar la ecología del Lago de Texcoco, como -- primer paso, y por acuerdo presidencial, se creó, en marzo de 1971, El Plan Lago de Texcoco y en 1975, La Comisión -- del Lago de Texcoco. Se expropió una zona de -- 11,000 ha. con el fin de implementar una serie de lagos, -- desarrollo agrícola y forestal, se proyectaron 5 lagos: Na -- bor Carrillo, Texcoco, Norte, De Regulación Horaria y Churubusco.

El área convergen 10 ríos de origen pluvial y 2 de aguas negras, razón por la cual se tenía proyectada la -- construcción de 20 plantas potabilizadoras como alternativas y dejarían recargarse los mantos acuíferos.

1.4.7.- De 1980 a 1985

En 1981 se establece un convenio entre el Departamento del Distrito Federal y la Comisión del Lago de Texcoco en donde ésta institución autoriza al Departamento del Distrito Federal a depositar desechos sólidos en una área de la parte poniente de la zona federal.

Es así que en marzo de 1981 y diciembre de 1982 -- respectivamente, empiezan a funcionar los tiraderos a cielo abierto de las Delegaciones de Gustavo A. Madero y Venustiano Carranza.

Debido al impacto ambiental que conllevan los tiraderos a cielo abierto éstos se clausuraron y se procedió a implementar una fase de un Relleno Sanitario en esa zona - en el año de 1985.

La zona ha recibido también en su momento, escombros producto de las demoliciones de edificios afectados por los sismos de septiembre de 1985 y tierra de las excavaciones para la construcción de la línea 9 y 10 del Sistema de Transporte Colectivo "METRO".

Debido al gran volumen de desechos domiciliarios - que deben disponerse adecuadamente (en un Relleno Sanitario), se proyectó una segunda etapa del Relleno Sanitario de Bordo Poniente.

Por otro lado, debido a la urgente necesidad de un método seguro de disposición final de desechos industriales, se proyecta la implantación de un confinamiento industrial en el terreno que recibiera los productos de las excavaciones del metro (tiro COVITUR).

Como parte de un programa de rehabilitación de la red de drenaje de la Ciudad de México, La Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica procedió a ejecutar un plan de desazolvamiento de los principales canales de conducción de aguas negras. El Gran Canal de Desagüe y los ríos entubados de Churubusco y la Piedad entre otros.

Lo anterior trajo como consecuencia la necesidad de la disposición final de grandes cantidades de lodo de desazolves. Estos lodos tienen características especiales; mal olor, abundante flora microbiana, gran cantidad de materia orgánica, etc., por esto se requiere que sean depositados en un sitio donde no causen un gran impacto ambiental. El sitio específico destinado al depósito de lodos es una superficie de 3.29 ha. perteneciente a la zona llamada " Del Canal ", que se encuentra inundada con aguas negras debido a su vecindad con el Lago de Regulación Horaria.

1.5.- UBICACION Y VIAS DE ACCESO

El sitio seleccionado para realizar el Relleno Sanitario está localizado en el Estado de México en los terrenos pertenecientes al Vaso de Texcoco, detrás del Aeropuerto de la Ciudad de México, a un costado del Fracciona-

namiento Bosques de Aragón.

El terreno colinda al norte con el Canal de Prolongación del Río de los Remedios, que se une al Dren General del Valle de México, al sur con la parte de la Laguna de Regulación Horaria, al este con el Dren del Valle de México y al oeste con el extiradero de las Delegaciones Gustavo A Madero y Venustiano Carranza.

Los accesos principales son: el primero es la Vialidad Bordo Poniente la cual se une con el Distrito Federal, por la Vía Tapo, la Avenida Aeropuerto y Boulevard ~ Bosques de América; el segundo, es el camino lateral del Río de los Remedios que entronca con la Avenida Central en el Estado de México, que a su vez se enlaza con la Avenida 608 en el Distrito Federal.

Estos accesos están controlados por medio de casetas de vigilancia en el inicio de la zona federal, por medio de la cual se evita el paso de vehículos o personas no autorizadas.

CAPITULO II

ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1.- USO ACTUAL DEL SUELO

Anteriormente el sitio estaba cubierto por aguas ne-
gras provenientes principalmente por los Ríos Churubusco y
de los Remedios, con la finalidad de evitar las invasiones-
de tierras muy frecuentes en estas zonas, por lo tanto se -
le solicitó a la Comisión del Vaso de Texcoco hacer los mo-
vimientos necesarios para drenar la zona.

Después de drenar el sitio, y haber desalojado en -
su totalidad el agua que cubría el sitio, el terreno se pre-
paró para implementar el diseño del Relleno Sanitario.

2.2.- TENENCIA DE LA TIERRA

El sitio esta ubicado en terrenos de propiedad fede-
ral, pertenecientes a la Comisión del Lago de Texcoco de la
Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

2.3.- DISPONIBILIDAD DE COMPRA DE CONCESION

Para la utilización del terreno seleccionado se --
firmó un convenio entre la Comisión del Lago de Texcoco y -
el Departamento del Distrito Federal, en el cual la Comi---
sión autoriza al Departamento a depositar los desechos sóli
dos domiciliarios en el área señalada, así mismo, el Depar-

tamento está sujeto a cumplir una serie de requisitos que -
tienden a evitar problemas que pueda ocasionar el Relleno-
Sanitario.

2.4.- CAPACIDAD Y VIDA UTIL

La ocupación del sitio se planteó para llevarse a
cabo siguiendo dos opciones: en el primero, se consideró -
una pendiente del talud al 11%, la cual provee de un volú-
men y vida útil de 2' 517,711 m³ y 3 años 26 días respecti-
vamente y en la segunda, se consideró una pendiente del ta-
lud al 33% la cual provee de un volúmen y vida útil de --
3' 754,894 m³ y 4 años y 203 días respectivamente.

Para ésta estimación se tomó como base un volúmen-
diario depositado de 3 000 toneladas, una densidad de ---
0.75 ton/m³ y un incremento anual del 3%.

El valor de la densidad se obtuvo en la prueba de
campo realizadas en Bordo Poniente, al inicio de las opera-
ciones y estará sujeta a cambios de acuerdo al tipo de de-
secho que se deposite posteriormente, por lo que sera nece-
sario operativamente llevar a cabo pruebas periódicas.

De las dos alternativas se tomó la segunda, debido
al incremento de vida útil del sitio.

2.5.- DISPONIBILIDAD DE MATERIAL DE CUBIERTA

Debido a las condiciones imperantes en el lugar, el material utilizado tanto para recubrimiento diario como para el final se obtendrá de bancos localizados en las poblaciones de la Magdalena y Chimalhuacán, en el Estado de México.

2.6.- GEOHIDROLOGIA E HIDROLOGIA

El terreno se localiza en la región hidrológica 26 Pánuco, la cual comprende el Valle de México, parte de la región del Río Pánuco que pertenece a la Cuenca del Río -- Moctezuma, este se forma aguas abajo de esta área de alimentación de un sinnúmero de afluentes, algunos de los cuales pertenecen a esta zona.

De acuerdo con los análisis químicos realizados originalmente por el ing. Roberto Granue (Proyecto Texcoco), se determinó que hasta 150 m bajo la superficie existen aguas saladas y que mayores profundidades, hay menores concentraciones de sal dan lugar a aguas salobres.

El área a utilizar esta propensa a inundaciones en temporadas de lluvias, debidos a distintos factores como lo son: su nivel natural, ya que anteriormente fue Lago y

el nivel de aguas freáticas existentes, por lo que se debe ra tomar toda clase de medidas preventivas para el desvío y acarreo de las aguas pluviales.

2.7.- CLIMATOLOGIA Y PLUVIOGRAFIA

2.7.1.- CLIMA

Subtropical, templada, semiseco y sin estación invernal bien definida, la temperatura medio anual es de 15° centígrados.

2.7.2.- PLUVIOGRAFIA

Con lluvias en los meses de mayo a octubre.
Precipitación pluvial anual de 700 mm.

2.7.3.- EVAPORACION

La evaporación promedio es de 1,800 mm por año, observándose que el valor de la evaporación es mayor a los de precipitación pluvial.

2.7.4.- VIENTOS

La dirección de los vientos es en general de noro-

este a suroeste. La velocidad media de los vientos -
es aproximadamente de 10 km/hora aunque los más intensos -
que se han registrado han obtenido velocidades de 94 km/h.

CAPITULO III

ESTUDIOS GEOHIDROLOGICOS

E HIDROLOGICOS

3.1.- NIVEL DE AGUAS FREATICAS

De acuerdo a los estudios realizados se puede observar que el nivel de aguas freáticas prácticamente coinciden con la superficie del terreno, esto puede observarse en pequeñas lagunas que se forman en la zona.

3.2.- UBICACION, ESPESOR Y DIRECCION DEL AGUA
SUBTERRANEA

Las características de éste suelo presentan una gran variedad de depósitos y su origen se remonta a lagos antiguos donde se han acumulado fuertes depósitos de limo-arcilloso con intercalaciones de tobas erosionadas en diferentes eventos.

Estos eventos no han desviado la dirección de las aguas subterráneas.

Dado se han venido ejerciendo diferentes eventos tectónicos y no han afectado la estructura de la Cuenca, siendo ésta de una Sub Cuenca endorréica.

El agua salada ha sido originada por la evaporación que se ha efectuado en cada evento geológico, en donde

el agua se ha evaporado provocando una mayor concentración de sales en el agua.

El flujo subterráneo dado sus características hidrologicas se ha mantenido en una sola dirección norte a sur, superficialmente es una cuenca cerrada en donde la acumulación del agua estática solo puede evaporarse y concentrar las sales.

3.3.- CORTES ESTRATIGRAFICOS

El sitio seleccionado como Relleno Sanitario denominado " Bordo Poniente " es una Sub-Cuenca endorreica cerrada, que se caracteriza por una gran cantidad de rocas volcánicas andesíticas y diferentes tipos de suelos.

El relleno de la cuenca fue en forma de abanicos aluviales, en la cual consiste en una serie clástica derivada de material andesítico y de una destrucción rápida y erosión profunda.

Su estratigrafía de la parte superior a la inferior tenemos primeramente una arcilla compresible alternada con material orgánico y limo. Estos sedimentos se encuentran altamente intemperizados, de color café oscuro a negro.

La arcilla limosa es de tipo montmorilonítica.

El suelo es lacustre de color verde a café obscuro.

Continuando hasta donde termina el nivel freático-tenemos la presencia de una arcilla limosa, intercalada -- con arena y arcilla bentónica, siendo de color verde olivo a café rojizo, gran parte de éste material es lítico de -- grano fino con alto grado de compresibilidad y baja resistencia.

Posteriormente encontramos con mayor predominación una arcilla de color gris amarillento, blanda y plástica - sus propiedades varían debido a la concentración de sales - de agua intercalado con éstos sedimentos tenemos la presencia de lentes de arena y de moluscos que van graduándose - desde arcillas, limos y bentónicas.

Intercaladas con mayor frecuencia hacia su base, - tenemos vidrio volcánico, tobas arenosas de color gris verdoso o por andesitas y basaltos, con un grado medio de intemperismo y entre los cuales se encuentra una arena ligeramente cementada, entre los cuales tenemos la presencia - de agua meteórica y estratos de moluscos y arcilla limosa.

Hacia su base tenemos la roca madre que son toba - andesíticas y basálticas.

3.4.- MECANICA DE SUELOS

Para determinar las características físicas del terreno se realizó un estudio de mecánica de suelos con la participación de la empresa "TLALLI", y se consultaron diversas fuentes bibliográficas entre las que se encuentran las publicaciones siguientes:

a).- NABOR CARRILLO: El hundimiento de la Cd. de México, Proyecto Texcoco.

b).- El Sub suelo y la Ingeniería de Cimentaciones en el área urbana del Valle de México. Simposio 1978.

De acuerdo con el documento del inciso (a), proyecto Texcoco realizó perforaciones con profundidad variable entre 0.0 y 2,065 m.

Dichos sondeos permitieron determinar que la concentración de sales disminuye conforme la profundidad aumenta, entre 0.0 m y 250 m. tal concentración es máxima.

Por otro lado en el intervalo de 600 a 2,000 m se localizaron 13 derrames de roca ígnea, de potencia variable

entre 3.5 y 108 m. que denotan gran actividad volcánica durante el período terciario.

Por lo que respecta a la litología de la zona, a continuación se resumen sus características más importantes:

- | | |
|-------------------|---|
| De 0 a 180 m | Se detectaron capas de arcillas, limos y arena que disminuye en espesor hacia el norte; el contenido de agua fructúa entre 200 y 500% y la relación de vacíos promedio es de 6. |
| De 180 a 505 m | Se identificaron arcillas de resistencias a dura, arenas, areniscas y calizas lucustres. |
| De 505 a 1,908 m | Se presentaron tobas, rocas igneas, brechas y conglomerados. |
| De 1,908 a 2,045m | Se detectaron anhidritas arcillosas y margas. |
| De 2,045 a 2,065m | Se identificaron lutitas, margas y conglomerados calcareos. |

Por lo que concierne a las propiedades mecánicas - del terreno donde se ubicará el Relleno Sanitario y de acuerdo con las pruebas de laboratorio efectuada por "TLALLI" se determinó que para una profundidad entre 4.4 y 18.60 m. los coeficientes promedio de permeabilidad vertical y horizontal son respectivamente 3.49×10^{-8} y 3.83×10^{-8} cm/seg mientras que el contenido de agua asciende a 151.3%.

Así mismo se encontró que el peso volumétrico del suelo es de $1,375 \text{ kg/m}^3$ al tiempo que la densidad de sólidos es de 2.53.

Por otro lado, se calculó una resistencia promedio de terreno de 0.13 kg/cm^2 para una profundidad entre 0.0 y 10.0 m.

Otros índices investigados establecen que la sobre consolidación es de 1.5 a 2 veces los esfuerzos; debidos - al peso propio y que las arcillas tienen una sensibilidad de 5.

Adicionalmente, se determinaron los pesos volumétricos correspondiente a desechos compactados y la tierra; los cuales son respectivamente de 1.08 y de 1.462 ton/m^3 .

3.5.- EDAFOLOGIA

Las características edafológicas de éste tipo de suelo, es por el contenido de sales, resultando de una acumulación de agua en un sistema hidrológico cerrado, en donde la transportación de agua se realiza exclusivamente por evaporación, dando origen a suelo salinos, que generalmente se desarrollan en zonas bajas de los valles.

El uso agrícola se halla limitado a cultivos muy resistentes a las sales. En algunos casos es posible eliminar o disminuir la concentración de salitre por medio de lavados, para elevar un mejor rendimiento de suelos.

Este tipo de suelos poco susceptible a la erosión ya que su acumulación en los valles, es la última etapa de transportación en Cuenca cerrada.

Sus características físicas de acumulación es de estratificación cruzada, son de color gris azulado y al contacto con el aire se manifiesta de color rojo y matizado; presentando características bien definidas para la unidad de suelo salino.

CAPITULO IV

PROCESO DE LOS

DESECHOS SOLIDOS

4.1.- PROBLEMATICA

Actualmente el método de tiradero a cielo abierto, es el más extensivamente utilizado y el que más graves consecuencias y costos acarrea a las comunidades y áreas urbanas.

El incremento demográfico de las ciudades modernas tiene como consecuencia grandes volúmenes de desperdicios que deben relacionarse como un problema en el manejo de los recursos no renovables y que deben considerarse como un recurso fuera de lugar, y que debe ser utilizado cuantas veces sea posible.

Por lo cual una de las posibles soluciones que se encuentran para resolver el problema es el aprovechamiento de la parte orgánica, fácilmente degradable para producir composta, que por sus características pueden utilizarse en el acondicionamiento de tierras laborales.

El proceso permite además de las ventajas anteriores de la recirculación de la parte de los residuos que tienen un valor comercial importante como son el papel, trapo, vidrio, botes, etc.

Lo que se logra en condiciones mucho más humanas -- para el pepenador en lo que se respecta a la higiene, en lugar que prevalecen las condiciones en la mayoría de los tiraderos a cielo abierto.

Estos procesos de disposición final o recuperación de basura al igual que cualquier proceso industrial, hay -- que darles un destino final.

4.2.- ALMACENAMIENTO

La importancia de ésta etapa sin el proceso de mangjo de los desechos sólidos se manifiesta en la recolección directa que ha guiado a un adecuado almacenamiento que imprime una mayor eficiencia al servicio de recolección y coyuda en la conservación.

En la actualidad el almacenamiento se realiza utilizando recipientes improvisados y con un mínimo de seguridad a nivel doméstico, como comercial e industrial, lo que provoca lentitud en la recolección y aumenta el riesgo de accidentes entre los operativos.

De igual manera, el almacenamiento inadecuado ha venido afectando la imagen urbana del Distrito Federal ya que es constante la presencia de la basura en las calles, aveni

das, mercados y en general, en la mayoría de los lugares -- públicos de la ciudad, que por extensión produce fauna nociva, germenés patógenos y ocasiona bloqueo de alcantarillas.

Esta situación tiene su origen por parte, en alguna actitud negativa de la población, en la medida en que descuida las condiciones mínimas de seguridad de los recipientes en que deposita los residuos en la vía pública o bien - al utilizar lugares impropios, provocando con ello el surgimiento de tiraderos clandestinos.

Por otra parte la ausencia de programas de concientización hacia la población, así como de equipo adecuado de almacenamiento para desechos en la vía pública y la falta - de delimitación de las obligaciones de los habitantes, comerciantes e industriales en esta materia, contribuyen a la agudización de los problemas higiénicos y ambientales.

4.3.- TRATAMIENTO

Para este efecto, el Distrito Federal, cuenta con - una planta industrializadora de residuos y compostas, ubicada en San Juan de Aragón, cuya capacidad de operación es de 750 toneladas de residuos diariamente.

Así mismo, se encuentra en marcha el montaje de dos plantas incineradoras para desechos hospitalarios con capacidad de 50 y 100 toneladas por día, respectivamente, teniendo previsto en un futuro como un servicio complementario.

En torno a la operación y especializado de la planta de tratamiento, cabe enfatizar que si bien su capacidad de industrialización es mínima en relación total de los desechos sólidos generados, esta se ve afectada por la reducida eficiencia con la que se trataba en la planta, la cual es del orden del 40 %, ésta situación es explicable se se toma en cuenta los hechos siguientes:

- a) Escasa atención y control en la operación de la planta
- b) La existencia de un proceso de industrialización caracterizado por la ausencia de criterio para realizar una selección óptima de desechos.
- c) De la diversificación de los procesos que dan pauta al desperdicio de una gran proporción de desechos que pueden ser reaprovechados.
- d) Deficientes condiciones sanitarias de operación.

4.4.- SISTEMA DE TRANSFERENCIA.

ESTACIONES EN FUNCIONAMIENTO.

En la actualidad existen 11 estaciones de transferencia en funcionamiento ubicadas en diferentes delegaciones con las siguientes características:

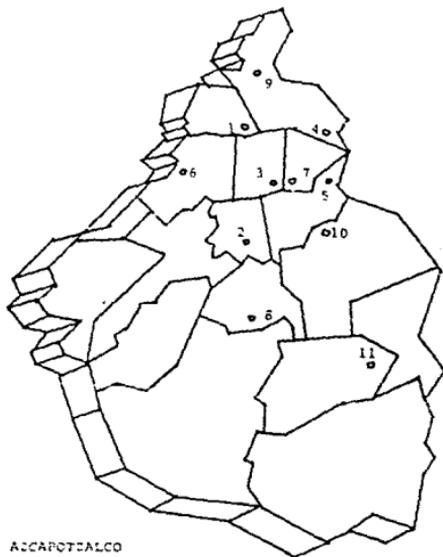
E S T A C I O N I N D I C A D O R E S

1. AZCAPOTZALCO	4	TOLVAS
2. BENITO JUAREZ	5	TOLVAS
3. CUAUHTEMOC	5	TOLVAS
4. GUSTAVO A. MADERO.I.....	2	TOLVAS
5. IZTACALCO	5	TOLVAS
6. MIGUEL HIDALGO	5	TOLVAS
7. VENUSTIANO CARRANZA	5	TOLVAS
8. COYOACAN	2	TOLVAS y 1 RANURA
9. GUSTAVO A. MADERO II ..	2	TOLVAS y 1 RANURA
10. IZTAPALAPA (C. ABASTO). 2		TOLVAS y 2 RANURAS
11. XOCHIMILCO	2	TOLVAS y 1 RANURA

La tolva es el sistema de transferencia para trailers de caja cerrada. Es el sistema empleado en las estaciones en funcionamiento actualmente.

La ranura es el sistema para transferencia de caja abierta.

ESTACIONES DE TRANSFERENCIA



1. ACCAPOTZALCO
2. BENITO JUAREZ
3. CUAUHTENOC
4. GUSTAVO A. MADERO I
5. IZTACALCO
6. MIGUEL HIDALGO
7. VENUSTIANO CARRANZA
8. COYOACAN
9. GUSTAVO A. MADERO II
10. IZTAPALAPA

11. XICHIMILCO



UNAM

CMU

CEU

COMISIÓN PROFESIONAL

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

SIST.DE TRANSF.	TIEMPO DE LLENADO.	CAP. MAXIMA EN UN TURNO				CAP. MAXIMA EN TURNO Y MEDIO			
		No. TRAILERS	TON/DIA	FS%	CAP. REAL	No. TRAILERS	TON/DIA	FS%	CAP. REAL
TOLVA	35 MINUT.	13	325	25	240	20	500	25	375
RANURA	25 MINUT.	19	380	25	285	29	580	25	435

F.S. Factor de Seguridad.

4.5.- PROCESO DE LOS DESECHOS SOLIDOS

4.5.1.- GENERACION

Este proceso parte de las generaciones propiamente dicha de los desechos, la cual consiste en la producción de materiales sólidos, orgánicos e inorgánicos descartados por el hombre durante la realización de sus actividades.

4.5.2.- ALMACENAMIENTO

Una vez producido el residuo sólido se procede a -- su almacenamiento, etapa que se refiere a la acción de detener los desechos sólidos en un recipiente seguro y adecuado en espera de ser recolectados por el servicio de limpia.

4.5.3.- BARRIDO, RECOLECCION Y TRANSPORTE

Posteriormente dichos desechos son concentrados en vehículos destinados para tal propósito, y transporte a estaciones de transferencias, plantas de tratamiento o sitios de disposición final, de igual manera, los residuos en la vía pública son reunidos mediante el barrido manual y mecánico para incorporarse en la siguiente etapa, esto representa



Recolección de los desechos sólidos domiciliarios.

ta el enlace entre el almacenamiento y la transferencia, -
tratamiento o disposición final.

4.5.4.- TRANSFERENCIA

Esta etapa, a su vez, tiene como propósito reducir -
los grandes recorridos de los vehículos recolectores y con
ellos los tiempos no productivos. De esta forma, los
residuos son transferidos a vehículos de mayor capacidad, -
que los transporta a las plantas de tratamiento o sitios de
disposición final.

4.5.5.- TRATAMIENTO

Cuando los desechos sólidos son enviados a las plan
tas de tratamiento, un porcentaje se va como rechazo en los
sitios de disposición final; y la restante se transforma o
se prepara para incorporarse a la actividad productiva o pa
ra reducir su volumen.

4.5.6.- DISPOSICION FINAL

Se considera como el momento en que los desechos só
lidos son depositados en un lugar específico y seguro a etec
to de concentración y buscarlos para su posterior degrada -
ción.

CLASIFICACION DE LOS RESIDUOS SOLIDOS

Los componentes de los residuos se pueden clasificar de varias maneras diferentes, el origen tiene importancia en la solución de algunos problemas, por lo que su clasificación resulta importante.

Los desechos sólidos, a los que en México se le aplica el término de basura, consisten en un material heterogéneo que contiene residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, derivados de las actividades cotidianas de las comunidades, incluyendo los productos del barrido de las calles, y los restos sólidos procedentes de mercados, hospitales, viviendas, etc.

Esta composición cambia con el paso de los años al mejorar los niveles de vida y desarrollarse más comodidades.

En general, los desechos sólidos pueden dividirse en dos grandes categorías: los desechos orgánicos fermentables que se descomponen rápidamente, como desperdicios de frutas, verduras y otros residuos alimenticios, y los desechos no fermentables, que resisten la descomposición ó se descomponen lentamente, tal es el caso de los plásticos, papel, etc. (desechos inorgánicos no fermentables).

4.6.1.- I. DESECHOS ORGANICOS

En cada localidad estos residuos son muy variados y pueden provenir de fuentes diversas.

a).- Los materiales orgánicos difícilmente degradables son:

- + Los plásticos y los elastómeros. En esta categoría figuran los fenoplastos, los aminoplastos, las poliolefinas y los hules naylor, etc.
- + Los tejidos y los cueros. Estos están formados por productos naturales, productos químicos-sintéticos puros, o más frecuentemente por mezclas con fibras sintéticas, estos a la larga sufren el ataque de microorganismos, aunque es conveniente haberlos despedazados para acelerar el ataque de microorganismos.
- + Aceites y grasas. Estos componentes están presentes en los desechos domésticos en formas diversas; trozos de grasa de carnes, animales muertos, aceites vegetales y derivados, cosméticos, ceras, etc.

Los aceites y grasas minerales también se encuentran bajo la forma de trapos y botes encerados.

Estos productos forman un papel importante porque constituyen la limitación de la temperatura por su transformación ó degradación lenta, además de ser una fuente de malos olores.

b).- Los materiales orgánicos fácilmente degradables:

- + Los hidratos de carbono, este tipo de residuos son los que más hay, particularmente bajo la forma de diversas celulosas que provienen de los papeles y empaques, también de otros productos producidos por el hombre (celofan, películas, etc.) estos contribuyen mucho a la fermentación de los desechos.
- + Los prótidos. Estos contienen gran parte de nitrógeno que se encuentran en los desechos domésticos y se presentan bajo formas muy diversas
- + Sustancias diversas. Existen otras sustancias que pueden fermentarse en los desechos domésticos

cos, pertenecen a varios grupos químicos: fenoles, anticianinas, alcaloides, terpenos, y por supuesto diastasas.

4.6.2.- II:- DESECHOS INORGANICOS

Hay muchos residuos urbanos que pueden ser transformados pero no degradables biológicamente, podemos clasificarlos de modos diversos, según su procedencia, según sus características químicas, etc.

a).- Residuos Industriales. Estos provienen de las fábricas, como por ejemplo se pueden mencionar desperdicios de metales diversos, escorias de altos hornos, gravas de fundición, cenizas, desperdicios de plásticos, polvos diversos, residuos de lejía, etc. Pocas veces se considera que la recolección de éstos materiales sea obligación del municipio o del gobierno, sino obligación de las industrias. Como los residuos putrescibles pueden originar malestar y poner en peligro la sanidad pública, su almacenamiento, transporte y tratamiento están sujetos a un control municipal y muchos ayuntamientos previenen la eliminación de este tipo de residuos.

b).- Residuos que provienen de la Construcción.

En esta categoría se encuentra los productos de excavación de escombros, materiales provenientes del subsuelo, restos de demolición, etc.

Como sabemos, el programa de renovación urbana apoyado por el Gobierno Federal, ha dado impulso a la construcciones de autopistas, edificios, metro, etc., aumentando el problema de los escombros que se derivan de las construcciones.

Estos escombros no los recogen normalmente los organismos municipales, usualmente la empresa encargada de la demolición ó construcción realiza el acarreo de los escombros y su eliminación.

Sin embargo, en algunas ciudades, especialmente si hay disponibilidad de la misma ciudad, permite depositar los escombros en vertederos mediante el pago de cierta cantidad.

c).- Residuos diversos muy pesados.

Troncos de árboles, tanques de gas, muebles, barriles metálicos, colchones, cajas, estufas, máquinas, etc. Con respecto a los vehículos abandonados, incluyendo de turismo, camiones, camionetas y remolques, que han dejado de tener utilidad y son abandonados en calles y otros lugares públicos, los cementerios de coches que bordean muchas

calleas ó carreteras se han convertido en algo tan abarrotado que los esfuerzos que se han realizado para combatir esta situación no es suficiente.

d).- Residuos que pueden ser peligrosos o tóxicos.

En esta parte se encuentran muchos residuos de la industria química, por ejemplo; lodos, carbón, colorantes, sustancias básicas ó ácidas, coadyuvantes (decantación o filtración) de industrias de transformación (lodos con cianuro ó cromo, polvos de plomo, etc.). A éstos desperdicios no fermentables además de antiestéticos y voluminosos, resulta interesante su manejo en un relleno sanitario teniendo mucho cuidado su disposición.

A medida que la población de las ciudades aumenta y se concentra más, el problema de los desechos sólidos se agrava.

Además se presenta el problema a medida que los niveles de vida aumentan, el público exige mayores comodidades y se complica más el problema al aumentarse la cantidad de desechos producidos así como el costo de su eliminación adecuada.

4.7.- RECICLAJE

Si observamos a la naturaleza se encontrara que los desperdicios de plantas, animales y personas sirven para alimento a otras plantas, después de descomponerse por medio de la ayuda de microorganismos.

En la naturaleza se da un circuito integrado de tal manera que casi nunca sobran desperdicios.

Sin embargo, el hombre desecha todo tipo de objetos, que ya no le son útiles, automáticamente lo tira y lo mezcla con otros artículos sin pensar en el costo natural y socio-económico que esto representa.

El objeto desechado no es basura, nosotros la convertimos en basura al deshacernos de ella de una manera inadecuada.

Porque, en sí tirarla y mezclarla con otros objetos que pueden ser tóxicos ó contaminantes nos detenemos a pensar sobre el destino final, y hacemos una selección de los productos que pueden ser aprovechados de nueva cuenta, estamos transformando la basura en un desperdicio reutilizable e iniciando un proceso de reciclaje.

Para poder realizar un proceso de reciclaje, es necesario distinguir los artículos o subproductos más apropiados como son:

4.7.1.- PAPEL

El papel es un material orgánico, la mayoría de la producción de papel proviene de los árboles, es decir, se tapan los bosques para la producción de papel (entre otros artículos) y este es arrojado al basurero.

Se estima que un tercio de desechos que se encuentra en un basurero es de desperdicios de papel.

No se emplea todavía en grado suficiente las posibilidades del reciclaje del papel viejo, de las 431 toneladas aproximadamente de papel y cartón que se producen como desperdicios diariamente en el D. F., sólo una pequeña parte se recicla a pesar que el papel periódico, por ejemplo, puede ser reciclado de 7 a 8 veces antes de que sus fibras se rompan por completo.

Las razones para que esta cantidad sea pequeña son varias; en parte por la falta de convicción del consumidor para querer reciclarlo y en parte, por los peligros que el

papel reciclado puede acarrear cuando se usa para envolver-comida, que es uno de sus usos principales.

Otro factor es la manipulación del mercado de papel- que hacen las grandes industrias, por ejemplo, muchas compa- ñías impresoras a menudo son dueñas de aserraderos o empre- sas forestales y por eso prefieren usar materias virgen ase- gurando así negocio redondo.

El papel reciclado usualmente tiene una tinta de co- lor leve gris, amarillo, y esto lo hace poco atractivo pa- ra muchos usos, según la publicidad que influye en la psi- cología del consumidor.

El residuo de tinta hace que el papel reciclado no - se use para alimentar ganado, lo cual es una reutilización- lógica, ya que los microorganismos del estómago de la vaca- pueden digerir la celulosa del papel de manera muy eficien- te.

Obviamente que el desarrollo de tintas no tóxicas o de procesos de destinte incrementará enormemente la posibi- lidad del reciclamiento de este producto.

4.7.2.- DESECHOS METALICOS

Aquí están comprendidos los objetos metálicos, las latas y otros productos de aluminio y acero.

Actualmente existen lugares en las grandes y medianas ciudades donde se compra este tipo de artículos para re ciclarios a la industria de la transformación.

4.7.3.- VIDRIO

El vidrio es una materia prima típica para el reciclamiento en vista que se le puede volver a fundir hasta 25 veces sin que pierda sus características.

Su fabricación es conocida desde hace más de 3,000 años, el vidrio constituye el 4.10% del desperdicio que se genera y este porcentaje se está incrementando debido a la cantidad de botellas no retornables que encontramos en el mercado.

Se separa el vidrio blanco ó transparente y de color, debido que son diferentes precios.

4.7.4.- DESECHOS PLASTICOS

Los materiales plásticos son productos petroquímicos pues tienen al petróleo como materia prima, tan solo en el Valle de México se genera 11.3 toneladas de desperdicios - plásticos diariamente y tanto en su fabricación como cuando se incineran, se producen muchísimos tóxicos que envenenan el ambiente.

El reciclamiento de plásticos en México se encuentra en su inicio porque los industriales no se animaban a reutilizarlos hace algún tiempo, debido a que no se podría aprovechar efectivamente pues los desechos tienen que llegar a la industria sin ningún tipo materia orgánica, papel, etc.

Sin embargo, actualmente existen algunos centros de reciclamiento de plásticos limpio o sucios.

El plástico es uno de los productos de la moderna - sociedad industrial más peligroso para el medio ambiente, no solo por su contaminación en el proceso de producción, si no que con su incremento como envases desechables y empaques no reutilizables, los tiraderos se llenan de éstos que tardan más de 10 años en desintegrarse y al hacerlo, contaminan el suelo.

CAPITULO V

DISPOSICION DE LOS

DESECHOS SOLIDOS MUNICIPALES

5.1.- DISEÑO DEL RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es definido como el método de ingeniería para la disposición final de desechos sólidos lo cual consiste, en términos generales, en depositar los desechos en el suelo, esparciéndolos en capas, compactándolos y cubriéndolos con material limo-arcillosos (tepetate) al finalizar la operación diaria.

Mediante ésta técnica, se consigue que los desechos sólidos no representen un peligro para la salud pública y - el ambiente, ésta definición se debe tener muy en cuenta para el diseño y la operación en todo relleno sanitario.

El método constructivo que se efectuo en el relleno sanitario de Bordo Poniente, contempla básicamente tres niveles:

- i) Construcción de un primer nivel de desechos sólidos en cada uno de las macroceldas divididas por los caminos interiores.

- ii) Construcción de pirámides truncadas con una altura de 5.00 m. y una pendiente de 3 a 1 en cada una de las ma--croceldas.

iii) Llenado de los espacios libres dejados por las pirámides truncadas, incluyendo los caminos interiores.

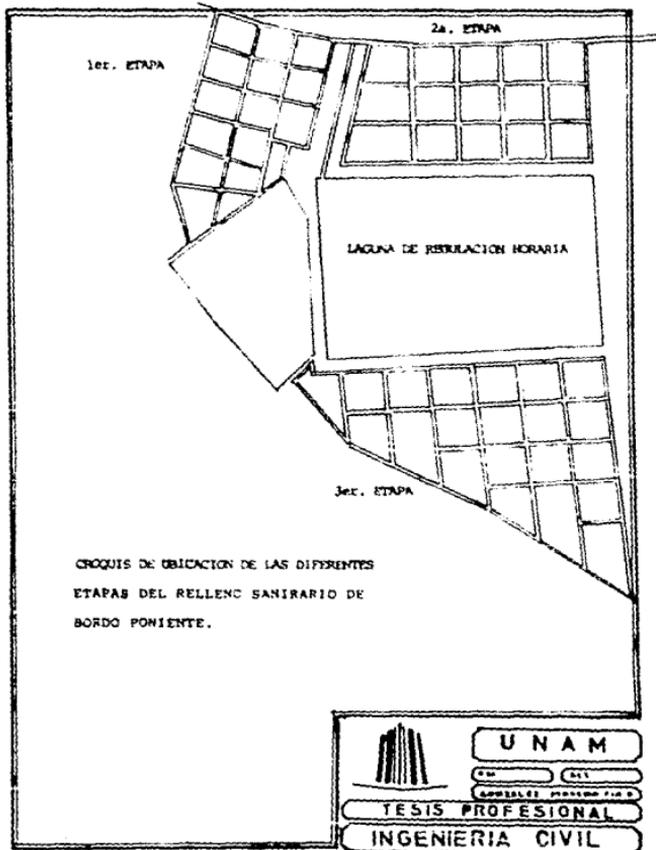
Este método se seleccionó, con el fin de evitar los hundimientos y afloramientos en el terreno, lo cual repercutiría en la destrucción de los caminos interiores y por tanto en la operación.

Con base a los estudios preliminares y el método constructivo, se procedió a realizar el diseño del relleno sanitario el cual contempla los siguientes puntos:

- Nivel de desplante
- Diseño de niveles
- Material de cubierta
- Vialidad
- Superficie final
- Calendarización de operación

5.1.1.- NIVEL DE DESPLANTE

El nivel de desplante es de suma importancia para aumentar la capacidad volumétrica del terreno, obtener material de cubierta y facilitar el trazo de caminos interiores y drenajes.



Debido a las características topográficas que presenta el sitio seleccionado para el relleno sanitario no es posible llevar a cabo desplante, ya que el tipo de suelo de la zona (sobresaturada del 400 al 600%) la excavación resulta sumamente difícil, además que el material excavado no puede ser utilizado como material de cubierta por sus características antes mencionadas.

Los caminos interiores servirán, aparte de su función principal, como muros de contención de los desechos sólidos en el primer nivel de operación.

5.1.2.- DISEÑO DE NIVELES

El diseño de los niveles se realizó de acuerdo con las características del sitio, las cuales son las siguientes;

5.1.2.1.- PRIMER NIVEL

El primer nivel, como se mencionó, consiste en ocupar el volumen disponible de las macroceldas, para esto se estableció una altura aproximada de 2.00 mts, la cual concuerda con el nivel de los caminos interiores.

Cabe aclarar que el espesor de capa se considera 0.15 mts. de material de cubierta y 1.85 mts. de des-

chos sólidos.

5.1.2.2.- SEGUNDO NIVEL

En éste nivel se plantea construir una especie de - pirámide truncada en cada una de las macroceldas, quedando libres los caminos interiores, para el diseño se tomó las - siguientes consideraciones:

- a) 0.15 mts. de espesor para el material de cubierta intermedia.
- b) 1.85 mts. de espesor de la capa de desechos sólidos.
- c) 5.00 mts. de altura de cada pirámide.
- d) 0.30 mts. de material de cubierta final.

Con base a éstas consideraciones, se calcula el número de capas, partiendo de la siguiente expresión.

$$H = CF + (CDS) \cdot n + (n-1) \cdot Ci$$

En, donde:

- H = Altura disponible
- CF = Espesor de la capa final del material de cubierta.
- CDS = Espesor de la capa de desechos sólidos
- CI = Espesor de la capa intermedia.
- n = Número de capas.

Despejando n de la ecuación y sustituyendo valores, se tiene:

$$5 = 0.3 + 1.85 n + (n-1) 0.15$$

$$n = \frac{4.85}{2} = 2.4$$

Se tendran dos capas donde la primera tendra un espesor de 2.00 mts, incluyendo material de cubierta y la segunda capa de 2.70 mts. sin incluir material.

Por tanto, para dos capas de cada pirámide truncada se tendrá una altura de 5.00 mts. a partir de la base de las macroceldas hasta el punto más alto del relleno.

Es importante señalar que la superficie final de cada pirámide deberá tener una pendiente del 2% para evitar la acumulación de las aguas pluviales que puedan percolarse al interior.

5.1.2.3.- TERCER NIVEL

En el tercer nivel se tendrá el mismo número de capas que en el segundo nivel, sin embargo, la modalidad de su construcción será diferente, ya que consistirá en rellenar los espacios libres existentes en las pirámides truncadas como lo establece el segundo nivel.

5.1.3.- MATERIAL DE CUBIERTA

La gran diferencia entre un tiradero a cielo abierto y un relleno sanitario se debe al uso de una cubierta.

En este último los desechos sólidos quedan dentro de una capa de suelo compactado al final de cada día de operación.

El material de cubierta cumple con las siguientes funciones:

Controla el ingreso de moscas, reducir la entrada de roedores y aves en busca de alimento y reducir los malos --

olores, asimismo el material de cubierta con baja permeabilidad evitará la infiltración de agua, evitará riesgos de incendios y venteo de gases.

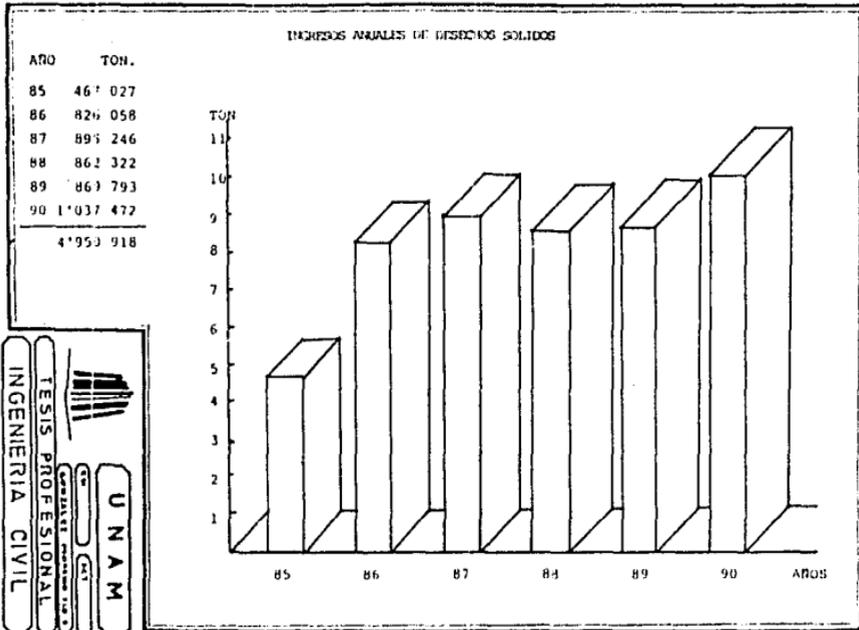
Las características del material de cubierta deberá cumplir con las siguientes especificaciones:

- Tierra limo-arcillosa (tepetate)
- Permeabilidad de aproximadamente 3×10^{-7} m/seg.

El material de cubierta para el relleno sanitario se obtendrá en bancos establecidos en los poblados de la Magdalena y Chimalhuacán en el Estado de México, ya que no es posible utilizar el material de Bordo Poniente, debido al alto contenido de agua existente en éste lugar.

5.1.4.- VIALIDAD

El diseño de la vialidad en el relleno sanitario es de gran importancia, ya que se reducen los tiempos de recorrido de los camiones recolectores, se evita el daño de los caminos interiores, así como la facilidad de realizar el mantenimiento de los caminos.





Construcción y mantenimiento de caminos internos
del Relleno Sanitario.





Construcción y mantenimiento de cunetas para desalojo de agua pluvial.



5.1.5.- DISERIO DE LA SUPERFICIE FINAL

La superficie final esta en función del uso futuro que se haya designado para el sitio una vez terminadas las operaciones de disposición final de los desechos sólidos.

El uso del sitio será determinado por la Comisión - del Lago de Texcoco, de acuerdo a sus intereses.

Sin embargo, es necesario dar los lineamientos para tener una superficie perfectamente sellada, con las pendientes adecuadas para evitar la erosión por lluvia y viento, - lo cual puede dejar al descubierto los desechos sólidos provocando los problemas ambientales conocidos.

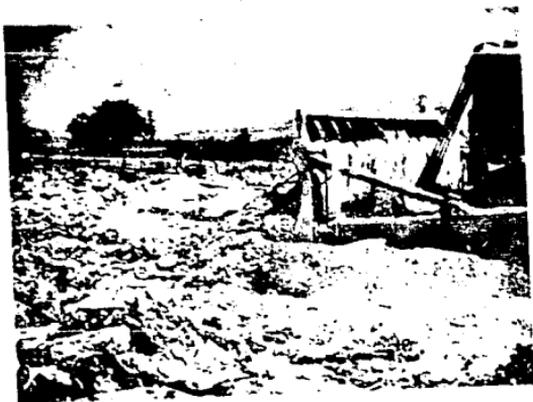
Las características que debe tener la superficie final son las siguientes:

- a) El nivel del relleno sanitario debe proporcionar un declive del 2% para permitir el drenaje necesario, se debe evitar declives muy pronunciados debido a que se facilita la erosión.
- b) La última capa de tierra debe tener un espesor de 0.40 a 0.60 mts.

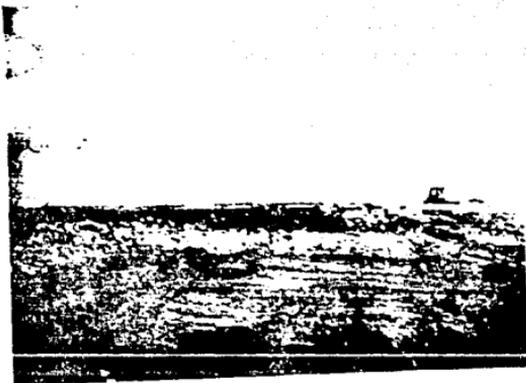


Tendido de material Limo-arcilloso para realizar la cobertura o sello diariamente de los desechos sólidos





Tendido de material limo-arcilloso para
cobertura en las celdas por medio de maqui
naria pesada.





Sistema de compactación en la capa de sello.



c) La superficie estará cubierta con pasto ó algun arbusto que evite el arrastre de la cubierta final.

d) Se tendrán las instalaciones de ventec de biogas bien acondicionadas.

Antes del término de las operaciones en el relleno sanitario es importante tener un plan de clausura y para tener una superficie final adecuada, y evitar problemas a los usuarios del sitio de disposición.

A continuación se dan algunos lineamientos para llevar a cabo el proceso de clausura del relleno sanitario:

Unos meses antes del término de las operaciones, se deberá notificar a los usuarios y a las autoridades competentes la fecha a partir de la cual ya no se dispondrá del sitio de disposición.

A punto de realizar el cierre se verificará, que no haya desechos sobre la superficie, de existir se procederá a recolectarlos y depositarlos en la zona que aún se este operando.

Para continuar con el plan operacional deberá reali

zarse una transición paulatina hacia el nuevo sitio de disposición final.

Una vez realizada la clausura, se procederá a colocar vallas y otro tipo de estructuras apropiadas en el menor tiempo posible a fin de evitar el acceso al sitio, asimismo se indicará por medio de letreros, la ubicación del nuevo sitio de disposición.

Después de algunos meses se colocará la capa final de cobertura, drenajes y terminar las instalaciones de venteo y muestreo del biogas.

Por último se tendrá que realizar inspecciones periódicas ya que al desarrollarse los asentamientos pueden provocar alteraciones en las pendientes y como consecuencia no encausar el agua de lluvia fuera del sitio y rotura de las instalaciones de venteo del biogas.

5.2.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

5.2.1.- CAMINOS DE ACCESO

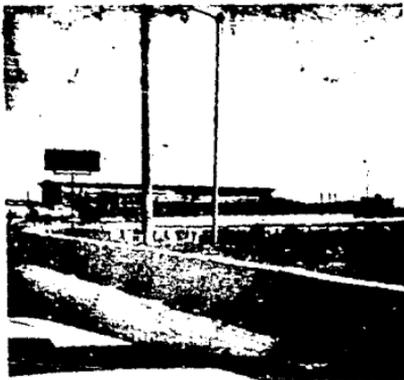
Los caminos de acceso son de suma importancia para llevar a cabo una buena operación, así como, aumentar la eficiencia del tráfico al sitio de disposición, estos caminos pueden ser permanentes o temporales dependiendo de la zona que se trate.

En el caso de Bordo Poniente se aprovechó gran parte del camino que utilizaba las Delegaciones de Venustiano-Carranza y Gustavo A. Madero, para depositar sus desechos cerca del sitio.

El camino adicional que se construyó será utilizado para acceso del relleno sanitario, el costo inicial de éste se justifica con la minimización de los costos por mantenimiento, reparación y el abatimiento de tiempos muertos de los vehículos recolectores.

5.2.2.- CAPTACION DE BIOGAS

En todos los rellenos sanitarios se efectúa un proceso de degradación de los desechos sólidos, debido a las actividades de microorganismos anaerobios.



Acceso principal a las oficinas y zona de pesaje.

Control de descarga de los desechos sólidos al Relleno Sanitario.





Mantenimiento del acceso al Relleno Sanitario.



Los productos típicos de éste proceso son: metano , bióxido de carbono, agua, ácidos orgánicos, sulfato de hidrógeno, fierro, manganeso, nitrógeno y amonia.

El metano producido representa riesgos de explosión en el sitio de disposición, por lo que es necesario diseñar un sistema para su captación que permita el aprovechamiento o simplemente la eliminación a la atmósfera sin ningún riesgo.

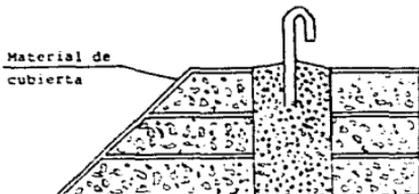
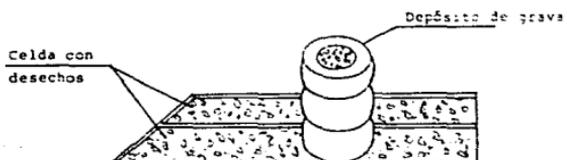
Para cumplir con lo antes mencionado, se plantean a continuación dos alternativas para la captación del biogas

La primera alternativa consiste en apilar llantas -- previamente ranuradas o perforadas, que se unirán entre sí con alambre, una vez unidas se colocará en el sitio destinado para éste fin y se llenarán el interior con grava de 5 a 10 cm. (2" a 4") de acuerdo con el avance en el relleno sanitario.

Al finalizar la operación, se tendrá un pozo relleno con grava, en el cual se cubrirá la parte superior con arcilla compactada y se incertará un tubo de PVC ranurado que facilitará la captación del biogas.



Llanta vieja ranurada o perforada.



Alternativa No. 1 para captación de biogas, usando llantas.



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERÍA CIVIL

Como segunda alternativa, se plantea utilizar un --
tambo sin fondo, sin tapa y con asas soldadas en el borde -
superior.

En la parte exterior se impregnará con aceite requg
mado con el fin de evitar la corrosión y de ésta forma facil
litar el deslizamiento ascendente, este tambo se colocará -
en el sitio señalado para la captación y se llenará con grav
va de acuerdo las especificaciones establecidas.

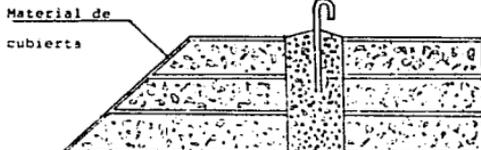
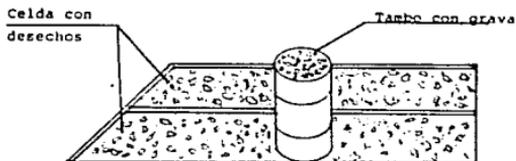
Cuando se alcance a cubrir la mitad del tambo por -
el exterior con los desechos dispuestos se procederá a llen
nar nuevamente con grava el mismo tambo y así sucesivamente;
sin embargo cuando se este a 2.00 mts. de la superficie fin
nal del relleno se colocará en el interior del tambo un tub
bo ranurado de PVC con un diámetro de 10 cm.

La parte superior del tubo, se utilizará como la tom
ma para la red de captación del biogas.

Es importante señalar que en caso de que se determin
ne el uso del gas, se realizará el diseño en un estudio poste
rior, en donde se contemplarán las diferentes alternativ
vas de uso, así como las más factibles de realizar de acuerd
do a las condiciones existentes en ese momento.



Tambo metálico de 200 litros ranudo o perforado



Alternativa No.2 para la captación de biogas, utilizando tambos metálicos.



UNAM

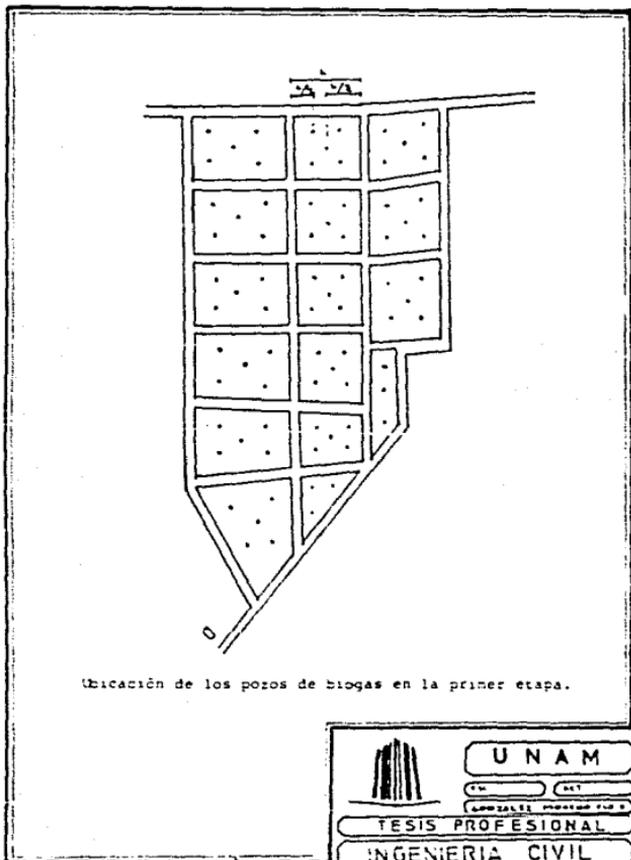
UNAM

UNAM

UNAM

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN INGENIERÍA

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL



Vista panorámica de localización de pozos
de bio-gas.



5.2.3.- BARDEADO

El uso de bardas perimetrales y portátiles en el relleno sanitario tienen como objetivos principales la protección, seguridad del sitio y el control del acceso de los vehículos recolectores, para el caso de las bardas perimetrales y controlar el material de lixiviado susceptible de ser arrastrado por el viento.

Por las características topográficas del sitio, no se requiere de barda perimetral; sin embargo, se recomienda colocar una barrera de árboles en el lado norte del sitio debido a que en esa dirección se encuentran algunas unidades habitacionales propensas a ser impactadas negativamente por los materiales arrastrados por el viento.

Esta barrera ayudará en forma eficiente a la estética del lugar y a la reducción de ruidos y polvos provenientes de la operación del relleno sanitario.

5.3.- CARACTERIZACION DE LOS LIXIVIADOS

Dada la importancia que en todo proyecto de relleno sanitario conlleva la caracterización de los lixiviados para conocer su potencialidad contaminante, siempre que sea posible se tendrá que realizar pruebas de laboratorio.

Normas para determinación de parámetros físicos, --
químicos y bacteriológicos de los residuos sólidos.

PARAMETRO POR DETERMINAR	NORMA OFICIAL MEXICANA	TITULO DE LA NORMA
HUMEDAD	NOM-AA-16-1984	DETERMINACION DE HUMEDAD
POTENCIAL DE HIDROGENO.	NOM-AA-25-1984	DETERMINACION DEL pH METODO POTENCIOMETRICO
CENIZAS	NOM-AA-18-1984	DETERMINACION DE CENIZAS
AZUFRE	NOM-AA-92-1984	DETERMINACION DE AZUFRE
NITROGENO TOTAL	NOM-AA-24-1984	DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL
MATERIA ORGANICA	NOM-AA-21-1985	DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA
PODER CALORIFICO	NOM-AA-33-1985	DETERMINACION DEL PODER CALORIFICO
RELACION DE CARBONO/NITROGENO	NOM-AA-67-1985	DETERMINACION DE LA RELACION CARBONO/NITROGENO.

Parámetros más comunes para los lixiviados.

TIPO DE PARAMETRO	DETERMINACIONES
QUIMICOS	POTENCIAL HIDROGENO (pH)
	ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO ₃
	CIANUROS (CN)
	CLORUROS (CL)
	DUREZA TOTAL
	FOSFATOS TOTALES (PO ₄)
	NITROGENO ORGANICO
	NITROGENO AMONIACO (N-NH ₃)
	SULFATOS (SO ₄)
	ARSENICO (AS) +3,+5
	CADMIO (CD) ⁺²
	CALCIO (CA) ⁺²
	COBRE (CU) ⁺²
	CROMO TOTAL (CR) ^{+3,+6}
	HIERRO TOTAL (FE) ^{+2,+3}
	MAGNESIO (MG) ⁺²
MERCURIO TOTLA (HG) ⁺²	
NIQUEL (NI) ^{+2,+3}	
POTASIO (KL) ⁺¹	
PLOMO (PB) ^{+2,+4}	
SODIO (NA) ⁺¹	
ZINC (ZN) ⁺²	
FISICOS	CONDUCTANCIA ESPECIFICA
	TURBIEDAD
MATERIA ORGANICA	DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO
	DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO

Fuente: D.G.P.C.A., Subsecretaría de Ecología, Sedue,
 " Proyecto tipo de Relleno Sanitario", México, D.F.
 dic. 1984

Ambito de variación de las concentraciones de los -
componentes más comunes encontrados en los lixiviados.

COMPONENTES	AMBITO EN mg/l ó ppm
Alcalinidad total (CaCO ₃)	400 - 25,540
Arsénico	0.04
Cadmio	0 - 0.025
Calcio	100 - 320
Cianuros	0.0
Zinc	0.25 - 3
Cloruros	1,325 - 8,870
Cobre	0 - 0.6
Conductancia específica	7,400 - 32,000 en umhos/cm
Cromo total	0 - 8.7
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	380 - 52,000
Demanda química de oxígeno	1,870 - 62,320
Dureza total	1,800 - 11,000
Fluoruros	0.6 - 0.8
Fósforo total	1 - 10
Hierro total	1.7 - 1,600
Magnesio	390 - 995
Manganeso	0.05 - 4.0
Mercurio	0 - 0.008
Nitratos	0
Nitritos	0.2 - 1.2
Nitrógeno Amonial	15.5 - 1,420
Nitrógeno Orgánico	46 - 1,889
Oxígeno disuelto	0
Potencial Hidrógeno	6.3 - 7.9
Plomo	0 - 2.0
Potasio	365 - 1,270
Sólidos totales	1,700 - 16,460
Sodio	490 - 4,920
Sulfatos	40 - 1,000
Fenol	0.8 - 18
Detergentes (SAAM)	0.7 - 233
Turbiedad	128 - 1,500 en U.T.

Fuente: González Urdela J.L. " Monitoreo Ambiental en Re-
llenos Sanitarios ", Ier. Congreso Mundial de Inge-
niería Sanitaria. Vol. XXXVI enero-marzo 1982, pag.
40.

5.4.- MANUAL DE OPERACION

5.4.1.- CONTROL DE ACCESO

El controlador registrará todo vehículo recolector o transporte de residuos sólidos que ingresen al relleno sanitario, el registro contendrá la hora de entrada, número económico, número de placas, peso neto del vehículo, procedencia y tipo de unidad y para este último se tomarán las siglas siguientes; volteos,VA; carga frontal,CF; carga trasera,CT; redilas,RD; ramolques,RM; trailer para transferencia,TF; y camionetas pick-up,PIC., al salir los vehículos se registrarán la hora de salida, tara y peso de los residuos sólidos.

Por otra parte el basculista se encargará de no permitir el acceso ó la salida, mediante el control de la pluma a cualquier vehículo recolector hasta que haya obtenido el peso bruto en la entrada y la tara en la salida.

Así mismo cuidará que el vehículo este precisamente en el área de pesaje y que no haya algun elemento que pueda influir en la lectura del peso tales como personas paradas en la báscula u otro vehículo, el peso de los residuos sólidos se obtendrá de la diferencia del peso neto y la tara.



Vista panorámica del Relleno Sanitario.

Caseta de control en el sistema de pesaje.





Talleres para el mantenimiento de los vehículos y
maquinaria.

5.4.2.- METODO DE OPERACION

Una vez llegado cualquier vehículo recolector o -- transportador de desechos sólidos al frente de trabajo, un acomodador dirigirá a éste a la zona de descarga, donde se le indicará su área y lugar de depósito, debiendo de cuidar que los desechos sólidos no queden separados más de 1.50 m. entre montón y montón.

Ya con el material de desechos sólidos en el frente de trabajo, el operador de la maquinaria en función iniciará sus actividades esparciendo los desechos sólidos en una capa uniforme.

Una vez logrado el esparcimiento de los montones de desechos sólidos se procederá a pasar cuando cuando menos 4 veces por el mismo lugar (sin utilizar la cuchilla del equipo) y posteriormente correrse justamente el ancho de las zapatas del bulldozer para así lograr la compactación deseada a todo el ancho del frente de trabajo, tomando en cuenta - que esta actividad tiene que cumplir con los objetivos:

El primero es el de compactar y el segundo el de de jar una capa de rodamiento uniforme, es decir, si no se de ja un piso uniformemente conformado de desechos sólidos a - la hora de extender el material de cubierta (tepetate) ha- brá partes que tengan un espesor superior a los 15 cm., que

así establece el procedimiento (hay experiencias sobre este concepto y se ha demostrado que si los desechos no son - bandeados con el equipo de oruga el espesor del material de cubierta alcanza espesores hasta de 40 cm.)

Ya esparcidos, compactados y bandeados los desechos sólidos se procederá a cubrir los mismos con el material de cubierta diaria en un espesor máximo de 15 cm.

Una vez logrado el bandeo, cobertura y compactación diaria inmediatamente se puede permitir el acceso a los camiones recolectores y transportadores a descargar a la zona o área adjunta ya cubierta para así avanzar en forma longitudinal, además de que todos los procedimientos desde caseta de acceso hasta el anterior, los cuales se repetirán durante la vida útil del sitio.



Descarga de los desechos sólidos en el Re-
lleno Sanitario de los vehículos recolectores.





Bandeo de los desechos sólidos en la
conformación de taludes.





Capa de cobertura con material limo-arcilloso
en la formación de taludes con maquinaria pesada.





Trabajos de terminación en la formación de taludes
de las diferentes celdas del Relleno Sanitario.



CAPITULO VI

DISPOSICION DE LOS

DESECHOS SOLIDOS INDUSTRIALES

6.1.- ANTECEDENTES

Hoy día, la sociedad disfruta de muchas comodidades y bienes antes inimaginados. La tierra se encuentra comunicada por redes de satélites y por aviones que rebasan la velocidad del sonido, nos vestimos con las fibras más complicadas y usamos la tecnología más sofisticada en la vida diaria. El avance es innegable, pero los factores que han servido para formar nuestra cómoda sociedad de consumo, actualmente amenazan con destruir ésta.

La tecnología ha encumbrado al hombre y ahora puede convertirse en su verdugo al engullir y malformar a la tierra en la que el hombre vive

A la naturaleza le ha costado millones de años convertir este planeta en habitable, de darle una dotación abundante y equilibrada de elementos, de formarle una atmósfera respirable, y de equiparle con un sistema ecológico equilibrado.

Todo esto se ve amenazado por una sociedad que, para conservar su nivel de vida, devasta la tierra y amenaza con convertirla en un páramo, emponzoña el aire, ensucia las aguas y genera una cantidad abrumadora de desperdicios tanto por su volumen, como por su variedad y resistencia a los procesos naturales de degradación.

Siendo la industria la que reclama la mayor cantidad de insumos, para producir todo lo que la sociedad consume, es de esperarse que sus desechos sean los más interesantes de estudiar, ya que tienen las naturalezas químicas más disímiles y por lo tanto presentan problemas más complejos.

La industria genera una gama muy variada de desecho que para fines de análisis se dividen en: sólidos, líquidos y gaseosos. Aquí nos ocuparemos de los primeros.

Ciertamente, la industria quema todos aquellos desechos que puedan ofrecer energía al ser incinerados ya -- que puede obtener de ahí; calor, vapor de agua, etc.

Sin embargo, en las industrias químicas, numerosos materiales que se quieren quemar no se prestan para una incineración limpia. Tales materiales son sólidos o, no sólidos, tan viscosos o complejos que su incineración puede ser muy difícil, si no imposible.

Muchos de estos materiales toman la forma de lodos, combinaciones de sólidos y líquidos que no son atomizables.

Otros materiales no son combustibles del todo, contienen pequeñas cantidades de compuestos orgánicos, o están contaminados químicamente.

Una buena parte de estos desechos que no pueden ser destruidos, reaccionan con el agua, ignicionan con el aire, producen un gran número de filtrados indeseables, malos olores y se tiene el riesgo de que reaccionen entre sí.

La práctica más usada para disponer los desechos en los países como México, es el tiradero a cielo abierto, más que por otra razón, por su obvia vialidad económica.

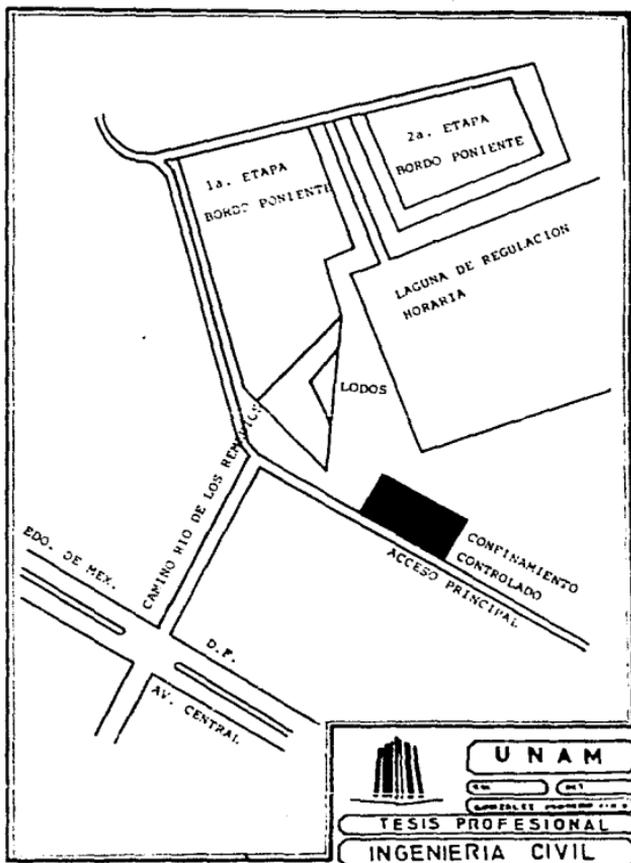
Este método tiene multiples desventajas: efectos antiestéticos, fauna nociva, peligro de fuego, etc. y de todos los peligros para la salud humana.

La alternativa para disponer de los desechos es el relleno sanitario que puede ser, dependiendo de las características del desecho, municipal o industrial, a este último se le llama confinamiento controlado.

El confinamiento controlado difiere del relleno sanitario municipal por:

I. Generalmente se manejan materiales de caracter enteramente diferente.

II. Algunos desechos industriales pueden ser similares a los municipales (papel, cartón y otros componentes celulósicos), pero los desechos industriales también contienen -



UNAM

UNAM

UNAM

UNAM

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

una gran variedad de compuestos químicos, por ejemplo, junto al papel, cartón y madera, viene una gran variedad de -- ácidos orgánicos, alcoholes y grasas, aceites de origen vegetal y animal, soluciones orgánicas acuosas, materiales -- conteniendo amoniaco, nitratos en solución, resinas acrílicas, aminas, proteínas, una amplia variedad de ácidos provenientes de licores de embutidos y otras fuentes incluyendo al ácido sulfúrico, al nítrico, al clorhídrico, contiene metales en solución, cromatos y mezclas de dicromatos, cloruros férricos y cúpricos, una gran variedad de alcalis: sosa, soluciones de carbonato, sulfato de sodio, sulfato ácido de sodio, cianuros, suspensiones de latex, emulsiones de aceite-agua, solventes como: benceno xileno y tolueno, esterés, hidrocarburos clorinados, ceras, fibras sintéticas y muchos otros, por esto, un confinamiento controlado requiere un -- tratamiento diferente a un relleno sanitario municipal.

III. Los desechos a depositar en un confinamiento industrial son difíciles de manejar y se guarda para su transporte en tambos de acero o fibra con el fin de disminuir el -- riesgo de explosión o de derrames.

Se cual fuere el caso (relleno o confinamiento), -- para escoger el sitio de disposición final hay que conocer la regularizaciones ambientales, las características físicas del sitio: topografía, tipo de vegetación, caminos adya

centes, uso de suelo, etc., los aspectos climatológicos e hidrológicos, los datos geotécnicos, el sistema de transportación a usar y el uso final del área de relleno.

Cuando ya se ha escogido el sitio, se procede a diseñar el confinamiento o relleno sanitario, para esto debe de tomarse en cuenta: la cantidad de desechos a disponer, - el tipo de desecho, el clima del lugar, los vientos dominantes, la disponibilidad del suelo a llenar, los costos asociados al funcionamiento del relleno sanitario y las posibilidades de otros usos para el suelo.

Después se procede a la reparación del sitio que -- consista principalmente de la impermeabilización del fondo del sitio, la construcción de un drenaje para los lixiviados que se generán y, durante la operación del relleno, la inserción de tubos a venteo para alivio de los gases que se producirán (metano principalmente).

Un relleno sanitario en general se hace de la siguiente forma. Se deposita el desecho en el sitio, se comprime hasta un ancho adecuado, se confina en una área pequeña y se cubre entonces con una capa de suelo.

La estructura que se crea construyendo una capa de desechos encasillada por una capa de suelo se le llama-

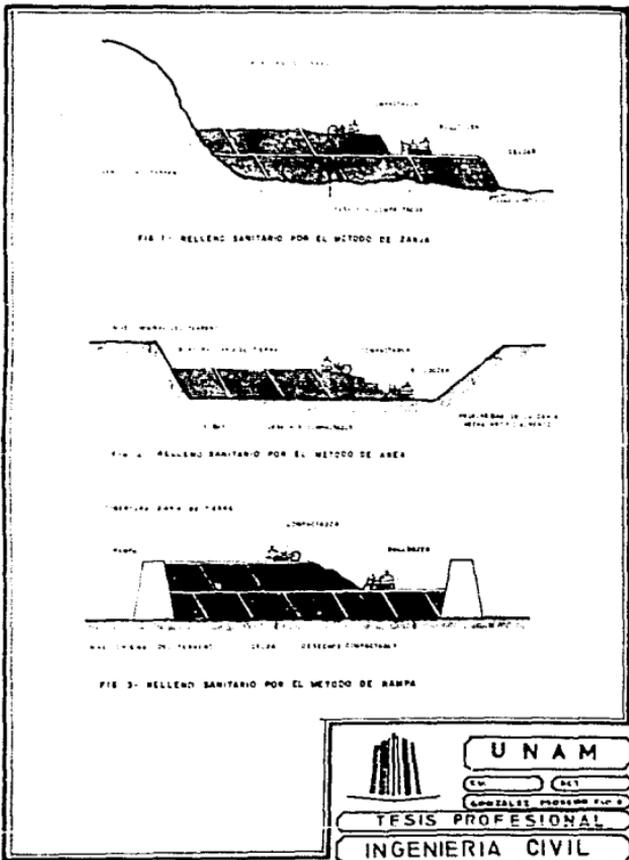
" celda ". Cuando se alcanza la altura de desecho -
requerida, se cubre finalmente las celdas con una capa de -
suelo.

Existen tres métodos básicos de relleno sanitario:
de área, de zanja y una combinación de ambos llamado de ram
pa.

El método de zanja se utiliza cuando no hay proble-
ma de cercanía de corrientes subterráneas de agua y se puede
cavar una zanja u hoyo donde se depositará los desechos, la
tierra removida inicialmente se usa como cubierta final.

El método de áreas es donde los depósitos artesianos se encuentran muy cercanos a la superficie, se recomienda el método de área cuyo inconveniente es que hay que trans
portar el suelo de cubierta final y el suelo para celdas.

La actividad biológica en un relleno sanitario sigue un patrón particular, el desecho se degrada aeróbicamente en un principio, pero cuando el oxígeno confinado en el relleno se agota, la descomposición anaerobia principia y se produce predominantemente : metano y dióxido de carbono, - aunque también produce amoníaco, agua, nitratos, ácido orgánico y sulfatos.



	UNAM	
	CIVIL	UNAM
	GRUPO DE INVESTIGACION EN INGENIERIA	
	TESIS PROFESIONAL INGENIERIA CIVIL	

Para evitar los riesgos de explosión se usa un dispositivo de alivio de gases.

En lo que respecta a un confinamiento industrial, - las consideraciones de diseño son las siguientes:

I. Debe tener capacidad suficiente no sólo para recibir los desechos generados actualmente, sino para absorber aquellos que se generarán en los siguientes años.

II. El sitio a rellenar debe estar cerca del lugar de generación para minimizar los problemas de transporte, supervisión y operación.

III. Deben eliminarse los riesgos de filtración, - así como preverse los efectos adversos que pudiera tener la lluvia excesiva.

IV. Deben minimizarse los riesgos de fuego y el - problema de olores, creando una avenida de escape mediante ventilación adecuada, natural o artificial.

V. Si se tiene desechos que reaccionen entre sí, deben disponerse en áreas distintas del mismo relleno, para evitar el peligro de reacciones debidas a filtraciones de - tambo a tambo.

VI. El terreno dedicado a este fin deberá arren-- darse a perpetuidad puesto que muchos materiales no se des- compondrán nunca y no cambiarán de estructura química.

VII. Debe tratarse, en la medida de lo posible de construir estos confinamientos donde no haya movimientos - telúricos periódicos o sobre fallas geológicas.

VIII. Las precauciones en el diseño deben estremar- se sobre todo en lo que se refiere a la impermeabilización del fondo del sitio.

IX. Los desechos que preste el riesgo de reaccio- nar entre sí deben depositarse en celdas distintas.

Los desechos sólidos industriales pueden disponerse también en el océano, que en el caso de México, es un basu- rero casi irrestricto, se debe hacer en oquedades profundas mar dentro, a salvo de corrientes marinas fuertes o bruscas en tambos perfectamente cerrados y unidos flexiblemente en- tre sí y al fondo marino.

La no observancia de los cuidados mencionados an- teriormente pueden traer funestas consecuencias, por ejem- plo hace 5 años, se hizo público que una compañía química- Norte-Americana, enterró sus desechos tóxicos junto a los -

inocuos en cierto lugar de Massachusets, ésto sin ninguna -
precaución, tal terreno se utilizó posteriormente para cons
truir casas, pasando algún tiempo se contaminarón las aguas
de consumo doméstico y las bañeras resumaban líquidos pestil
lentes, el resultado fue; intoxicación masiva e infecciones
persistentes.

Los efectos a largo plazo se desconocen todavía, -
otro caso ya clásico, es el de la Compañía Cromatos de México
co, que por abandonar sus desechos sólidos en un patio, es-
tos se lixivisron con la lluvia y contaminaron con cromo -
los pozos artesianos con los que abastecía a la población ,
generando problemas muy grandes de salud.

6.2.- PROBLEMATICA ACTUAL

El desarrollo industrial que ha sufrido el D. F. - durante las últimas décadas a traído como consecuencia un encuentro en la generación de desechos, cuyas propiedades pueden ser no peligrosos, peligrosos y potencialmente peligrosos para los sistemas naturales.

Dentro de los posibles daños que pueden ocasionar, por la inadecuada disposición final de éstos desechos, se encuentra la destrucción de algunos ecosistemas acuáticos-- por la contaminación de mantos acuíferos, contaminación de suelos por sustancias tóxicas, algunas de lenta degradación repercutiendo en la contaminación de alimentos y reducción agropecuaria y en la salud pública.

El problema se agrava cada día, debido a que no se tenía un control estricto en el almacenamiento, transporte tratamiento y disposición final de desechos industriales,-- lo cual se incorporaban indiscriminadamente al ambiente.

Con base a lo anterior la Dirección General de Servicios Urbanos, a través de la Dirección Técnica de Desechos Sólidos ha considerado pertinente iniciar los estudios necesarios para conocer a fondo la problemática y, establecer los mecanismos necesarios para el control estricto,

manejo de los desechos industriales principalmente los peligrosos y potencialmente peligrosos. Sin embargo, mientras se logra implementar dicha política, la Dirección ha considerado tomar acciones inmediatas para evitar al máximo los daños por los desechos industriales.

Una de las acciones inmediatas, es la operación de un confinamiento controlado en la zona de Bordo Poniente.

Esta acción quizá no es la adecuada, pero representa un paso importante al contar con un sitio, en donde puedan concentrarse con un estricto control técnico de estos desechos que actualmente se vierten y se dispersan al ambiente.

Cabe aclarar que el confinamiento controlado no es una solución final, sino un sistema de almacenamiento a mediano o largo plazo, en tanto no se logre contar con la infraestructura de control adecuada.

6.3.- UBICACION DEL SITIO

El sitio seleccionado para la operación del confinamiento controlado, se encuentra delimitado al noroeste por la primera etapa del Relleno Sanitario de Bordo Poniente; - al sureste por la Laguna de Regulación Horaria; al noreste por el camino de acceso al Relleno Sanitario; y al suroeste

por el camino de acceso a la zona de Bordo Poniente.

Actualmente en éste lugar están depositando el material excavado por Covitur lo cual es beneficio para el acondicionamiento del terreno de acuerdo con los objetivos del programa.

6.4.- DISEÑO DEL CONFINAMIENTO CONTROLADO

El confinamiento controlado es un método de disposición final de los desechos industriales, el cual podrá en un momento dado como almacenamiento temporal de tales desechos hasta que el desarrollo tecnológico permita el aprovechamiento y neutralización de éstos.

Debido a que no se tienen experiencias en este campo, el diseño y la operación del confinamiento controlado tiene un doble propósito de controlar, hasta cierto punto, los desechos industriales y generar información sobre técnicas y metodologías más adecuadas para las condiciones del país.

6.4.1.- VOLUMEN POR RECIBIR

Debido a la falta de información en cuanto a la calidad y cantidad de los desechos industriales, se tomó cri-

terio de asignar áreas para recibir cualquier tipo de cantidad de desechos, con la posibilidad de ir adaptando de este diseño a la experiencia que se vaya adquiriendo.

De acuerdo con el método de operación y las dimensiones del terreno se estima un volumen de 737 940 m³.

6.4.2.- DISEÑO DE MACROCELDAS

La macrocelda se define en este proyecto como la superficie destinada para la construcción de varias celdas que se formarán a lo largo de la vida útil del confinamiento.

Con base en la tabla siguiente se realizó una serie de combinaciones entre los grupos enlistados, con el propósito de clasificar aquellos que son compatibles y, por lo siguiente se puede mezclar en una misma macrocelda sin causar reacción alguna. El número mínimo de celdas terminadas mediante dichas combinaciones, fueron nueve de las cuales solo en la macrocelda número uno, el grupo uno es in compatible con el grupo 104, por tal motivo se tendrá un mayor cuidado al manejar estos grupos.

Las macroceldas tienen una superficie de 1.8 ha. y estarán delimitadas que servirán de soporte a la vez como -

caminos para efectos de sello final ó una posible segunda-fase se tendrán una macrocelda adicional (10) que será utilizada como área de descarga o como zona de emergencia en caso de paro por accidentes en algunas de las macroceldas.

En los terraplenes tendrán una altura de 2.50 mts, un ancho de 8.00 mts. (en la parte superior) y una pendiente de 45^o; esto se empleará conforme vayan ocupando el espacio con los desechos.

6.4.3.- IMPERMEABILIZACION

El sitio se impermeabilizará con el propósito de - no permitir percolación de residuos líquidos ó lixiviados- al sualo subyacente y a los mantos freáticos.

Las macroceldas se impermeabilizarán con polietileno de alta densidad (placa schegel o equivalente) de 2.0m. de espesor.

Antes de colocar el impermeabilizante se procurará tener una capa de material fino para que no pueda perforar el material cuando pasen los vehículos por encima de este.

Una vez colocado el impermeabilizante se colocará una capa de arena con grava con un espesor de 0.15 m. y guardando una relación 1:3 y un espesor de 0.1 m. de material limo-arcilloso.

El polietileno al igual que el terraplen se podrán ir colando de acuerdo con el avance del confinamiento.

6.4.4.- PREPARACION DEL SITIO

En la actualidad COVITUR está depositando en el lugar material producto de las excavaciones, por lo tanto es recomendable orientar las obras de descarga y aplanado del material a las necesidades del proyecto, es decir, se hará una pendiente mínima del 0.2 % hacia la parte oriente del camino, justamente donde se encuentra la Laguna de Regulación Horaria.

6.5.- OBRAS COMPLEMENTARIAS

Además de la construcción de las macroceldas, donde se han depositado los desechos industriales, se consideran una serie de obras indispensables para la operación adecuada éstas obras son construcciones permanentes durante toda la

vida útil del confinamiento controlado.

Actualmente la infraestructura en Bordo Poniente cuenta con parte de estas obras tales; como caminos de acceso, básculas, oficinas administrativas, talleres, etc. por lo que solo se mencionarán las obras necesarias restantes.

6.5.1.- CAPA FINAL

Esta capa es seleccionada con base al tipo de residuos industriales por depositar pero por falta de conocimientos de los mismos se ha considerado para todas las macroceldas la colocación de una capa de arcilla cuya permeabilidad sea de 10^{-7} cm/seg. con un espesor de 30 cm. posteriormente será colocado material sintético impermeable (polietileno de alta densidad) de 2.0 mm de grosor, la cual será enterrada en sus extremos para su sujeción; finalmente se cubrirá con materiales del lugar y pasto sobre este con el fin de evitar la erosión del mismo esta tendrá una altura máxima de 30.0 cm. con pendientes bilaterales de 2% para escurrimiento de agua de lluvia hacia el drenaje exterior.

6.5.2.- CAMINOS INTERIORES

Para la circulación de los vehículos se construirá un camino temporal en la parte central, el cual conducirá a

todas las macroceldas.

Posteriormente, este camino servirá de base para la construcción de un terraplen que contendrá a los desechos - cuando esté por agotar la vida útil del confinamiento,

6.5.3.- OBRAS DE DRENAJE

Para el control del líquido percolado (lixiviado) y agua de lluvia se consideran suficientes que sirvan como - conducto el material sintético y la capa de arena grava que mantienen una pendiente de 1% orientada hacia el cárcamo de bombeo donde se capturará y se expulsará dicho líquido con la ayuda de una bomba portatil de 2 hp. la cual la bombeará hacia una pipa cuya capacidad será de 8.0 m^3 .

En el caso del drenaje exterior es necesario su -- construcción para desviar las corrientes de aguas pluviales por medio de una red de canales sobre los terraplenes orientados o encausados hacia el exterior del confinamiento.

6.5.4.- INSTALACIONES PARA SEGURIDAD DE PERSONAL

Se edificará una caseta de control en la entrada al confinamiento controlado para vigilar el acceso de los vehículos transportadores de desechos industriales, así como la

verificación de las características de los residuos a depositar (tipo, volumen, análisis físicos y químicos, etc.), la cual contará con espacio suficiente para un escritorio y -- área para dos personas, almacén de equipo de seguridad y sanitarios, debido a que no se cuenta con obra de descarga o drenaje se ha pensado en la construcción de un fosa séptica para la eliminación de las aguas negras generadas en el lugar.

6.5.5.- BARDAS Y CERCOS

Para evitar el acceso de personas ajenas a la operación (pepenadores o recolectores de subproductos) así como de animales, se hace necesario cercar el terreno, por lo que se colocará en la parte de enfrente una barda de concreto de una altura de 2.40 mts y en el perímetro restante, se instalará una malla ciclónica con una altura de 2.00 mts.

Los soportes de las bardas se harán en los terraplenes del confinamiento con una separación aproximada de 3.05 mts.

6.5.6.- LETREROS DE VIALIDAD Y SEGURIDAD

Estos son de vital importancia tanto para las funciones de vialidad como de seguridad.

Con las primeras fundamentalmente se notificara oportunamente a los choferes, la dirección o ruta a seguir dentro del relleno en los sitios de disposición final, de modo rápido y seguro.

Así mismo existirán letreros que indiquen las zonas de restricción o de peligro. Cabe mencionar que los carteles se colocarán en lugares de fácil visibilidad en los caminos, y las cercas de seguridad y/o dentro de las celdas en donde existe mayor peligrosidad.

6.6.- MANUAL DE OPERACION

6.6.1.- CONTROL DE ACCESO

Los vehículos transportadores de desechos industriales que ingresen al sitio de disposición final deberán registrarse en la primera caseta, en donde el controlador anotará los siguientes datos:

Tipo de vehículo

Placas

Tipo de desecho

Procedencia

Una vez registrado el vehículo se indicará al chofer la ubicación de la zona de pesaje.

6.6.2.- PESAJE

Antes de ingresar a la zona de confinamiento controlado, se deberá cuidar que los vehículos pasen a la báscula, para tener un buen control de los desechos que ingresen al lugar.

El basculista deberá anotar nuevamente los datos del vehículo de la misma forma como se hizo en el acceso.

El basculista cuidará que el vehículo se encuentre ubicado correctamente en el área de pesaje y que no haya algún elemento que altere la lectura del peso (personas que se encuentren en la báscula o algún otro vehículo).

Una vez que el vehículo haya descargado los desechos industriales se volverá a pesar nuevamente, para determinar la tara del mismo vehículo, el peso de los desechos se obtendrá de la diferencia del peso neto y la tara.

Asi mismo se verificará que el peso de los desechos-reportados por la industria, correspondan al obtenido en el pesaje.

Si se diera el caso de que el peso reportado difiera del obtenido en el pesaje, se reportará inmediatamente al en cargado del confinamiento para que tome las precauciones necesarias.

6.6.3.- ACCESO A LA ZONA DE CONFINAMIENTO

Una vez pesado los vehículos se dirigirán a la zona de confinamiento en donde el checador solicitará al chofer - los análisis químicos y físicos de los desechos por disponer

Estos análisis deberán incluir los siguientes parámetros;

Análisis Físicos.

Peso volumétrico

Densidad

Contenido de humedad

Cenizas

Poder calorífico

Reactividad

Explosibilidad

Inflamabilidad

Análisis Químicos

Ph

Concentración de sustancias tóxicas

Los análisis deberán llevarse a cabo de acuerdo con las normas ó lineamientos técnicos dictados por la Dirección Técnica.

En ningún caso se aceptará como válidos aquellos -- análisis que hayan realizado por empresa generadora o por -- alguna filial; así mismo los resultados reportados se notificarán con un segundo análisis que se entregará cuando la empresa por primera vez, realice el contrato con la Dirección.

Una vez checado los análisis de los desechos se indicará directamente o simplemente se señalará el sitio de -- descarga para su posterior disposición.

6.6.4.- DESCARGA

En el caso de que los desechos no se lleven a la macrocelda especificada se depositarán en la zona de descarga que estará ubicada a un costado de la caseta de control.

En esta zona se almacenarán, con el propósito - de seleccionar la macrocelda adecuada a las características - (tipo, grupo, peligrosidad) de los desechos.

6.6.5.- SELECCION DE LA MACROCELDA

Con base a la naturaleza del desecho y con ayuda de - la tabla del grupo de compuestos incompatibles, se signará la macrocelda idonea para confinar los desechos.

Esta tabla podrá ampliarse conforme se vaya adquiriendo experiencia de acuerdo a pruebas de compatibilidad que se realicen en el laboratorio.

6.6.6.- TRANSPORTE

Una vez asignada la macrocelda, los desechos se transportarán con mucho cuidado hasta descargarlos en frente de - trabajo, pra el caso de desechos confinados en recipientes se asegurarán que estos se encuentren perfectamente sellados y - transportará en una plataforma especial, tirando por tractor- o similar.

No.	NOMBRE DEL GRUPO REACTIVO.	CODIGO DE REACTIVO		CONSECUENCIAS
1	ACIDOS MINERALES, NO OXIDANTES.			
2	ACIDOS MINERALES, OXIDANTES.			
3	ACIDOS ORGANICOS			
4	ALCOHOLES Y GLICOLAS			
5	ALDEHIDOS			
6	AMIDAS			H GENERA CALOR POR REACCION QUIMICA
7	AMINAS ALIFATICAS Y AROMATICAS			
8	COMPUUESTOS AZO, COMPUUESTOS DIAZO			F PRODUCE FUEGO
9	CARBAMIDAS			
10	CAUSTICOS			G GENERA GASES Y CAUSA IRRITACION Y ROJURA
11	CIANUROS			
12	DITIO CARBAMIDAS			GT GENERA GASES TOXICOS
13	ESTERES (TODOS SUS ISOMEROS)			
14	ESTERES (TODOS SUS ISOMEROS)			GF GENERA GASES INFLAMABLES
15	FLUORUROS INORGANICOS			
16	HIDROCARBUROS AROMATICOS			E PRODUCE EXPLOSION
17	ORGANICOS HALOGENADOS			
18	ISOCIANATOS (TODOS SUS ISOMEROS)			P PRODUCE VIOLENTA POLIMERIZACION
19	CETONAS (TODOS SUS ISOMEROS)			
20	SULFUROS ORGANICOS (TODOS SUS ISOMEROS)			S SOLUBILIZA SUSTANCIAS TOXICAS
21	METALES ALUMINUMOS Y ALUMINATURAS			
22	METALES Y ALIADOS EN POLVOS Y ESPUMAS			U INCOMPATIBLES
23	METALES Y ALIADOS EN BARRAS, VARILLAS, MIGAS, BOTAS, ETC.			
24	METALES Y COMPUUESTOS METALICOS TOXICOS			
25	NITROS			
26	NITRILAS (TODOS SUS ISOMEROS)			
27	NITRO-COMPUUESTOS (TODOS SUS ISOMEROS)			
28	HIDROCARBUROS ALIFATICOS NO SATURADOS			
29	HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS			
30	PEROXIDOS E HIDROPEROXIDOS ORGANICOS			
31	PEROXIDOS E HIDROPEROXIDOS (TODOS SUS ISOMEROS)			
32	ORGANOFOSFATOS Y FOSFORONATOS			
33	SULFUROS INORGANICOS			
34	TIOSULFOS			
101	COMBUSTIBLES Y MATERIALES INFLAMABLES			
102	CAUSTICOS			
103	COMPUUESTOS POLIMERIZABLES			
104	AGENTES OXIDANTES FUERTES			
105	AGENTES REDUCTORES FUERTES			
106	MERCAS QUE CONTIENEN AGUA			
107	SUSTANCIAS REACTIVAS AL AGUA			

No. DE MACROCELDA	COMPUES T O S	No. DE REGISTRO
1	ACIDOS MINERALES, NO OXIDANTES	1
	ACIDOS MINERALES, OXIDANTES	2
	AGENTES OXIDANTES, FUERTES	104
	ACIDOS ORGANICOS	3
	AMIDAS	6
	CARBAMATOS	9
	ESTERES (TODOS SUS ISOMEROS)	13
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS INORGANICOS	15
	HIDROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
2	ORGANICOS HALOGENADOS	17
	CETONAS (TODOS SUS ISOMEROS)	19
	NITRO-COMPUES T O S (TODOS SUS ISOMEROS)	27
	HIDROCARBUROS ALIFATICOS NO SATURADOS (Y LOS ISOMEROS)	28
	HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS	29
	FENOLES Y CRESOLES (Y TODOS SUS ISOMEROS)	31
	SULFUROS INORGANICOS	32
	COMBUSTIBLE Y MATERIALES INFLAMABLES DIVERSOS	101
	ALCOHOLES Y GLICOLIS	4
	ALDEHIDOS	5
3	AMIDAS	6
	CARBAMATOS	9
	CIANUROS	11
	ESTERES (Y TODOS SUS ISOMEROS)	13
	ETERES (Y TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS INORGANICOS	15
	HIDROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
	MERCAPTANOS Y OTROS SULFUROS ORGANICOS (Y LOS ISOMEROS)	20
	METALES Y ALEACIONES COMO HOJAS, VARILLAS, MOLDURAS, COTAS.	23
	METALES Y COMPUES T O S METALICOS TOXICOS	24
HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS	29	
FENOLES Y CRESOLES (TODOS SUS ISOMEROS)	31	
ORGANOFOSFATOS, FOSFOTIOLATOS Y FOSFOITOLATOS	32	

No. DE
MACROCELDA

C O M P U E S T O

No. DE
REGISTRO

	AMIDAS	6
	CAUSTICOS	10
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS INORGANICOS	15
4	HIDROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
	METALES Y ALEACIONES COMO HOJAS, VARILLAS, MOLDURAS, GOTAS	23
	NITRO-COMPUUESTOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	27
	HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS	29
	PEROXIDOS E HIDROPEROXIDOS ORGANICOS	30
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS INORGANICOS	15
	HIDROCARBUROS AROMATICOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	16
	METALES ALCALINOS Y ALCALINOTERREDS ELEMENTALES Y ALEACION	21
	METALES Y ALEACIONES EN FORMA DE POLVOS, VAPORES Y ESPONJAS	22
5	METALES Y ALEACIONES COMO HOJAS, VARILLAS, MOLDURAS, GOTAS	23
	METALES Y COMPUUESTOS METALICOS TOXICOS	24
	HIDROCARBUROS ALIFATICOS, SATURADOS	29
	SALFUROS INORGANICOS	33
	AGENTES REDUCTORES FUERTES	105
	AMIDAS	6
	CARBAMATOS	9
	ESTERES (TODOS SUS ISOMEROS)	13
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS ORGANICOS	15
	HIDROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
	ORGANICOS HALOGENADOS.	17
	ISOCIANATOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	18
6	CETONAS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	19
	NITRITOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	26
	NITRO-COMPUUESTOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	27
	HIDROCARBUROS ALIFATICOS, NO SATURADOS	28
	HIDROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS	29
	EPDIXIDOS	34
	COMBUSTIBLE Y MATERIALES INFLAMABLES DIVERSOS	101
	COMPUUESTOS POLIMERIZABLES	103

No. DE
MACROCELDA

C O M P U E S T O S

No. DE
REGISTRO

	AMIDAS	6
	AMINAS ALIFATICAS Y AROMATICAS	7
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS INORGANICOS	15
7	HIROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
	METALES Y ALEACIONES EN FORMA DE POLVOS, VAPORES Y ESPONJAS	22
	METALES Y ALEACIONES COMO HOJAS, VARILLAS, MOLDURAS, GOTAS	23
	NITRUROS	25
	HIROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS	29
	ORGANO FOSFATOS, FOSFOTIATOS, FOSFODITIATOS	32
	SULFUROS INORGANICOS	33
	ALCOHOLES Y GLICOLAS	4
	AMIDAS	6
	CARBAMATOS	9
	CIANUROS	11
	DITIOCARBAMATOS	12
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS INORGANICOS	15
8	HIROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
	MERCAPTANOS Y OTROS SULFUROS ORGANICOS (Y SUS ISOMEROS)	20
	NITRILS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	26
	NITRO-COMPUESTOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	27
	HIROCARBUROS ALIFATICOS, NO SATURADOS (Y SUS ISOMEROS)	28
	HIROCARBUROS ALIFATICOS SATURADOS	29
	ORGANOFOSFATOS, FOSFOTIATOS, FOSFODITIATOS	32
	EXPLOSIVOS	102
	AMIDAS	6
	AMINAS ALIFATICAS Y AROMATICAS	7
	COMPUESTOS AZO, COMPUESTOS DIAZO E HIDRACINAS	8
	ETERES (TODOS SUS ISOMEROS)	14
	FLUORUROS ORGANICOS	15
9	HIROCARBUROS AROMATICOS (TODOS SUS ISOMEROS)	16
	NITRILS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	26
	NITRO-COMPUESTOS (Y TODOS SUS ISOMEROS)	27
	HIROCARBUROS ALIFATICOS NO SATURADOS (Y SUS ISOMEROS)	28
	COMBUSTIBLE Y MATERIALES INFLAMABLES DIVERSOS	101
	AGUA Y MEZCLAS QUE CONTENGAN AGUA	106

6.6.7.- OPERACION EN EL FRENTE DE TRABAJO

Las operaciones se desarrollaran en dos frentes de trabajo: el primero, servirá para depositar los desechos - que se encuentren confinado en contenedores y, el segundo, servira para los desechos en general.

Para la construcción de la celda con recipientes, - éstos se acomodarán manualmente, manteniendo un orden para- optimizar el espacio.

Al finalizar las operaciones en éste frente, se procede a cubrir los espacios existentes entre los recipientes con material de cobertura y, posteriormente se colará una capa de 15 mts. de material limo-arcilloso (con un coefi- ciente de permeabilidad de 10^{-7} m/seg en la parte superior- de la celda; la compactación de la misma se hará manualmen- te.

Una vez construida la primera celda, se podrán colocar sobre ésta, los recipientes que formarán la siguiente - celda, prosiguiendo a realizar el mismo método de operación que en la construcción de la primera, alcanzando una altura de 2.0 aproximadamente.

La construcción de celdas con desechos a granel se hará con la ayuda de bulldozer, el cual esparciará y compac

tará en forma homogénea hasta obtener un espesor de 0.2 -a- 0.3 mts, esta operación se repite hasta alcanzar una altura de 2.0 mts y se cubrira al termino de la jornada con material limo-arcilloso con permeabilidad de 10^{-7} cm/seg formando una capa cuyo espesor es de 0.15 mts, recomendadose lavar la maquinaria periódicamente con el fin de evitar el - ataque de agentes químicos.

En temporadas de lluvias se colocará diariamente - una lona impermeable en el frente de trabajo con el objeto de evitar el contacto con los desechos confinados.

En todos los casos, antes de colocar el desecho se deberá esparciar cal hidratada a razón de 10 kg por m^2 con el fin de neutralizar cualquier ácido que pudiera alterar - la estructura molecular de las arcillas en la impermeabilización.

Será vital importancia llevar una bitácora de los - residuos depositados indicando su colocación, composición y cualquier incidente que pudiera presentarse, con el fin de poder tomar las acciones pertinentes.

Esta bitácora servira también para ir perfeccionando la metodología de operación y poder normalizar los procedimientos en este confinamiento controlado.

6.7.- MEDIDAS DE SEGURIDAD

Tomando en consideración las características y propiedades de los desechos industriales se manejarán en forma segura de la siguiente manera;

6.7.1.- MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES CORROSIVOS

Deberán ser almacenados en recipientes a la corrosividad y separado y confinado con base a la tabla de incompatibilidad, de acuerdo al plano y diagramas de distribución de áreas para evitar posibles accidentes utilizando para ello el personal, goggles, guantes para sustancias corrosiva delantales y batas.

Existirán lava ojos y regaderas para que en cada caso de surgir un accidente el personal se de un baño con agua durante 15 minutos en forma especial lavarse manos y cara lo mejor posible para evitar la irritación de la piel y ojos.

La ropa impregnada por alguna sustancia deberá evitarse lavarla o limpiarla con solventes o materiales similares, y quemarse inmediatamente.

Los residuos de sustancias corrosivas que queden en el suelo serán lavados debidamente.

6.7.2.- MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES REACTIVOS

Este tipo de sustancias deberán ser confinadas por separado de acuerdo a la tabla de incompatibilidad y al plano o diagramas de las celdas y estar contenido en recipientes debidamente cerrados, también se debe contar con letreos que indiquen con que reacciona y con tarjetas que indiquen el riesgo que ocasionará la reactividad para el conocimiento del personal que lo maneja, de igual forma se usarán goggles, guantes especiales, botas y delantal para proteccción personal.

En caso de imprecnarse la ropa con este tipo de sustancias se puede lavar con agua a una presión fuerte para que no efecte a la persona accidentada. Si existiera un incendio, indicar al personal de seguridad combatir el fuego con sustancias (polvos), y evitar que las sustancias que a continuación se mencionan sean rosiadas con agua

- Bromuro de acetilo
- Cloruro de acetilo
- Borohidratado de aluminio

- Calcio
- Oxido de calcio
- Diborano
- Sulfato de dimetilo
- Litio
- Oxiclurato de fósforo
- Potasio
- Hidróxido de potasio
- Peróxido de potasio
- Rubidio
- Sodio
- Azida de sodio
- Hidróxido de sodio
- Peróxido de sodio
- Sulfato de cloro

Ya que son muy reactivos con el agua y provocarían más accidentes, poniendo en peligro la vida del personal que labora en el frente de trabajo y/o de personal de emergencia.

6.7.3.- MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES EXPLOSIVOS

Este tipo de sustancias son almacenadas en polvorines y separadas completamente de las demás sustancias, utilizando para ello la tabla de incompatibilidad, indicando con letreros las zonas de explosividad dentro del confinamiento.

Regularmente se recomienda no confinar este tipo de sustancias por el alto grado de peligrosidad que prestan.

6.7.4.- MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES TOXICOS

Los residuos tóxicos deberán ser clasificados según el grado de peligrosidad a fin de que le den el manejo más adecuado, los de alta toxicidad tendrán que ser manejados y confinados lo más herméticamente posible para evitar el contacto con personal éstos residuos.

El personal debe estar provisto del equipo de seguridad útil como; goggles o mascarillas contra gases, polvos, tanques de respiración autónoma de aire comprimido con alarmas audibles, guantes especiales, botas y delantales, autorizados por normas nacionales e internacionales.

Medidas de seguridad en el manejo de éste tipo de sustancias peligrosas en el caso de derrame o incendio son las siguientes:

- El personal técnico que acuda al sitio donde se produzca derrumbe de sustancias tóxicas deberán - conocer el comportamiento químico así como sus ca racterísticas físico-químicas fundamentales para poder ser útil en el lugar del accidente.
- El manejo de las sustancias tóxicas es muy específico y peligroso por el que el personal tendrá que estar entrenado, ya que cualquier descuido - significaría la perdida de la vida y deberán desa rrollar con estos procedimientos específicos, así como el manejo del equipo respiratorio de seguridad, para conocer las limitaciones del equipo, -- así tendrán conocimientos de prevención en accidentes, emergencias y procedimientos de primeros auxilios.
- Toda persona que vista el equipo de protección - en una atmósfera contaminada y deberá abandonarla de inmediato si:

Siente sueño

Detecta un olor poco usual, cualquier irrita ción en los ojos, nariz o garganta.

- Deberán tomarse medida correctiva inmediata cuando la concentración atmosférica sea: gases tóxicos o vapores que excedan de los valores permisibles y no entrar en una atmósfera peligrosa sin equipo de protección.

- El personal debe estar familiarizado con los oxídos y capacitados en los equipos de emergencia.

- Periódicamente deberán revisarse el equipo este- en condiciones de trabajo y antes de entrar en una área peligrosa y no usar equipo en malas condiciones.

- Los mecanismos de alerta existen (sirenas, lámparas, bandeloras, silbatos), serán mantenidos en estado de alerta y deberán ser revisados periódicamente.

- Si el lugar del accidente está dentro de una zona urbana o cerca de ella tendrá que ser acordada una área de amortiguamiento para evitar que las personas curiosas vayan a ser dañadas.

6.7.5.- MANEJO DE DESECHOS INDUSTRIALES

INFLAMABLES O FLAMABLES.

Deben ser manejados y almacenados en recipientes - propios evitando hasta donde sea posible la acumulación de electricidad estática y las herramientas utilizadas sean de antichispas.

Se contará con equipo contra incendios como extinguidores de tipo según los desechos industriales en el confinamiento (polvo, químico, espuma, etc.) y ropa de protección contra fuego.

CAPITULO VII

DISPOSICION DE LODOS

7.1.- ANTECEDENTES

Como consecuencia de las obras de desazolves del -- Gran Canal y Colector Poniente, efectuadas por la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica, se tiene el problema de disponer los grandes volúmenes extraídos en éstos lugares.

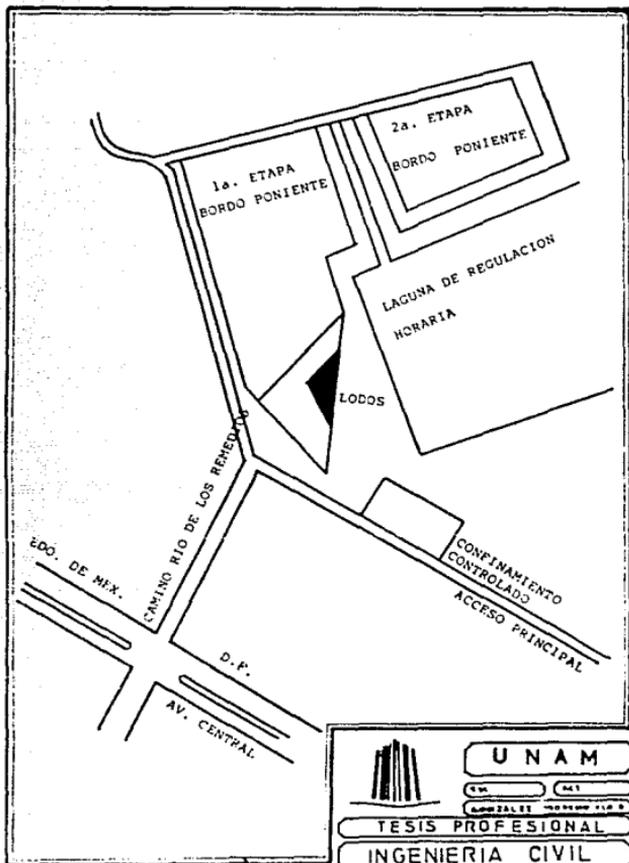
Por tal motivo, la Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica (DGCORH), solicitó a la Dirección de Servicios Urbanos, la autorización para transportar los lodos a los sitios de Disposición Final de Desechos Sólidos

Esto provocó que ambas dependencias establecieron un convenio para coordinar las actividades en torno al manejo de éstos lodos.

Por lo siguiente, se planeó que una parte de la totalidad de los lodos, se depositara en la zona de Bordo Poniente, la cual reúne las condiciones apropiadas para implementar una área, donde se puedan depositar adecuadamente estos lodos sin causar problemas al ambiente.

7.2.- DESCRIPCION DEL SITIO

La zona seleccionada para el depósito de lodos co--



UNAM

UNAM

UNAM

UNAM

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

rrresponde a una parte de lo que fué el canal que separaba a los tiraderos de las Delegaciones Venustiano Carranza y Gustavo A. Madero.

Este lugar cuenta con una seperficie de aproximadamente de 32 900 m² y una profundidad promedio de 5.0 m.

7.3.- PREPARACION DEL SITIO

Debido que el sitio por utilizar es un canal, se deberá construir un dique por el lado Oriente, donde se encuentra la Laguna de Regulación Horaria, para evitar el paso del agua durante el período de lluvias.

Para esto se planteo construir un terraplen de 3.6m de altura, un ancho superior de 4m y una pendiente de talud del 45% (1:1).

7.4.- DISENO DEL SISTEMA DE DISPOSICION.

7.4.1.- VOLUMEN POR RECIBIR

Con base a los registros de los vehículos transportadores de todo proporcionado por la Subdirección de Disposición Final, se estimó un volumen diario de 1 400 m³ aproximadamente.

7.4.2.- VOLUMEN DISPONIBLE Y VIDA ÚTIL

Actualmente se estima un volumen aproximado de 158 229 m³ considerando una altura máxima de 5.0 mts. de profundidad.

La vida útil de la zona seleccionada se calculo con la siguiente expresión:

$$VU = \frac{VDS}{25(VPR)(Fc)(FE)}$$

Donde:

VU = Vida útil (meses).

VDS= Volumen Disponible (m³)

VPR= Volumen por disponer (m³/día)

Fc = Factor de reducción de volumen por compactación. (0.6)

FE = Factor de reducción de volumen por perdida de agua (0.9).

Sustituyendo valores en la expresión se tiene que -
la vida útil del sitio será de :

$$VU = \frac{158\ 229\ m^3}{25\ (1365\ m^3/día)\ (0.6)\ (0.8)} = 9.42\ meses$$

Para fines de cálculo se considerará una vida útil -
de 10 meses.

Al sitio de disposición final llegada un promedio -
de 200 camiones recolectores de lodos por día si se consider
ra una capacidad de $7.0\ m^3$ por cada unidad se obtiene un v
lumen diario, cuyo cálculo ascendió a $1\ 400\ m^3/día$.

El resultado fue de 9.42 meses, lo cual puede increm
entar debido a la cantidad de agua contenida en los lodos-
y que puede evaporarse.

7.4.3.- SELECCION DEL METODO DE OPERACION

De acuerdo con las condiciones topográficas existent
tes en el sitio, se llevará a cabo el método de área en honn
donadas. Este método consiste básicamente en deposit
tar los lodos cerca del borde del canal, en donde posteror-

mente se empujarán hacia el precipicio, llenando progresivamente el espacio existente en éste.

7.4.4.- NUMERO DE HILERAS DIARIAS

Debido a que los lodos llegan al sitio de disposición final con contenido apreciable de humedad, es necesario descargar en un lugar adecuado para que el agua en -- exceso escurra o se evapore por acción del viento y la -- energía calorífica proveniente del sol. En promedio se considera un tiempo de exposición de 24 horas para la época no lluviosa y 48 horas para época lluviosa.

Otra consideración útil en el diseño de los frentes de trabajo es el área que ocupa cada montón descargado cuyo diámetro es igual al ancho del camión que transporta los lodos más un factor de dispersión por su ángulo de esparcimiento natural estimado en un 30% del ancho del camión.

El total de camiones que llegarán al sitio durante 16 días fue de 3,204.

$$\text{Promedio de camiones} = \frac{3,204}{16} \text{ camiones} = 200.25$$

Si cada camión necesita una distancia de 3.63mt y suponiendo que se desacargan en una sola hilera, ésta tendrá una longitud de 729 mts.

Bajo estas consideraciones se calcula el número de hileras diarias para cada frente de trabajo.

$$\text{Frente Norte} = \frac{729 \text{ m/hilera}}{303 \text{ m}} = 2.41 \text{ hileras}$$

$$\text{Frente Sur} = \frac{729 \text{ m/hilera}}{280 \text{ m}} = 2.61 \text{ hileras}$$

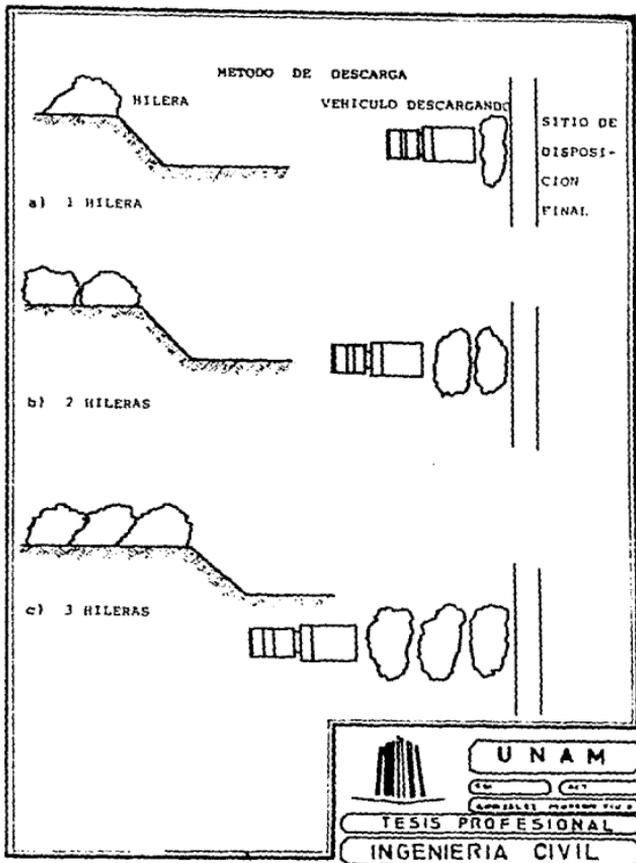
En época lluviosa, los lodos deben estar 48 horas-espuestos al aire libre lo cual incrementa al doble el número de hileras, es decir

$$\text{Frente Norte} = 4.82 \text{ hileras}$$

$$\text{Frente Sur} = 5.22 \text{ hileras}$$

7.4.5.- AREA DE DESCARGA

Dependiendo de la época del año se utilizaran tres o cinco hileras, por lo tanto el ancho necesario para des-



cargar será de 18.20 mts cuando menos y para permitir sus maniobras, cierta facilidad, ésta distancia se incrementará hasta 30 mts el ancho del frente.

7.4.6.- SUPERFICIE FINAL

Para evitar el paso de partículas del sitio hacia los alrededores es necesario colocar una cubierta de 20.00 cm. de material limo-arcilloso compactado al 90% de la -- prueba proctor, para obtener una permeabilidad aproximada de 3×10^{-7} m/seg. El material de cubierta se obtendrá de los bancos de la Magdalena y Chimalhuacan Edo. de México.

También es necesario considerar una pendiente mínima del 2% hacia la Laguna de Regulación Horaria con el fin de evitar encharcamientos sobre la cubierta y permitir que el agua de escurrimiento fluya sin causar erosión.

Como complemento se propone una capa de suelo orgánico en el cual sea posible la plantación de pasto y algunas especies arbustivas, para evitar la erosión en los meses no lluviosos.

7.4.7.- CALENDARIZACION

Tomando como base los datos de llegada de vehículos del sitio se elaboró la siguiente programación mensual lo cual permitio tomar las medidas necesarias para evaluar el avance del sitio de disposición final.

7.5.- OPERACION

7.5.1.- CONTROL DE LLEGADAS

Cada vehículo que llegue al sitio de disposición final debe ser registrado para conocer su procedencia y al volumen que depositara.

7.5.2.- FRENTE DE TRABAJO

Se tienen dos frentes de trabajo: el frente norte con una longitud de 303 m y el frente sur que mide 280m.

La operación de los frentes será alternado, es decir, tanto se descarga en un frente, en el otro se procederá a vertir los montones de lodo en el interior del depósito.

7.5.3.- DESCARGA

Después de que se ha decidido el número de hileras para la operación, los vehículos deben descargar en la hilera más cercana al borde del sitio de disposición final, el siguiente camión descargará en la hilera siguiente hasta completar las que se han proyectado.

A continuación se iniciará la descarga en la hilera 1, luego en la 2, etc. hasta completar las hileras diarias.

En el caso que sea necesario descargar un conjunto de camiones al mismo tiempo se tendrá cuidado de iniciar desde la hilera número 1, luego la 2 etc, las hileras serán cubiertas con la descarga de camiones que lleguen aisladamente.

7.5.4.- VERTIDO

Quando el frente de trabajo esté cubierto totalmente, la descarga se realizará en el otro. Mientras tanto, un bulldozer empujará los montones hacia el interior del depósito y según sean las posibilidades y el avance del relleno, el bulldozer pasará cuando menos tres veces para compactar los lodos.

El bulldozer realizará el vertido siguiendo el orden en que los lodos fueron descargados, para asegurar que el tiempo de exposición sea aproximadamente sea el mismo - para todos los montones.

7.6.- REQUERIMIENTO DE PERSONAL Y MAQUINARIA

7.6.1.- PERSONAL

Debido a las características de operación que anteriormente se enunciaron, se considera necesario tener el siguiente personal :

- a).- 1 Residente
- b).- 1 Checador
- c).- 1 Operador de Maquinaria
- d) - 1 Ayudante de Maquinaria
- e).- 3 Acomodadores

RESIDENTE. Su función será dirigir, coordinar, - programar, organizar, ejecutar y supervisar el cumplimiento de todas las actividades para la disposición final en forma eficaz el tratamiento de lodos.

CHECADOR. Vigilará y anotará los datos necesarios para el control de llegada de los vehículos transportadores de lodos, al final de cada semana entregará un resumen del número de vehículos que llegaron y su procedencia.

OPERADOR DE MAQUINARIA. Es el encargado de operar la maquinaria y el responsable de su buen funcionamiento, por lo que tendrá que efectuar revisiones diarias de niveles de agua, aceite, etc, reportar cualquier anomalía que observe su conocimiento de la maquinaria le permitirá la mejor decisión durante la operación.

AYUDANTE DE MAQUINARIA. Auxilia al operador de maquinaria en la limpieza y mantenimiento del equipo, durante la operación estará pendiente de que no suceda ninguna anomalía.

ACOMODADORES. Son los encargados de asignar el lugar de descarga a los vehículos e indicar a los choferes las maniobras que deben realizar en coordinación con el ayudante del chofer del vehículo.

7.6.2.- MAQUINARIA

Por las características de operación del sitio de disposición final, las operaciones se realizarán con la maquinaria seran: empuje del material para vertirlo dentro de la hondonada y compactación, lo cual estará en función del avance. Estas operaciones podrán realizarse con el uso de un tractor D6, D7 ó similar cuya operación sea eficiente bajo las características siguientes:

- a).- Condiciones de operación y mantenimiento de la maquinaria normal.
- b).- Empuje fácil por tratarse de suelo suelto y bajo contenido de humedad.
- c).- No hay ascensión de pendientes soportando cargas.

CAPÍTULO VIII

PROYECTO DE REFORESTACION

8.1.- PROBLEMATICA

Actualmente la Ciudad de México demanda, en la brevedad, de un incremento de áreas verdes debidos a los problemas de contaminación ambiental existente.

Por otra razón el D.D.F. se ha avocado a incrementar el número de áreas pobladas vegetalmente y especialmente en aquellos lugares de disposición final de desechos sólidos, tanto de extiraderos a cielo abierto como rellenos sanitarios.

Amos representan un gran potencial, por otro lado en la atenuación de dichos problemas y por otro como una fuente de diversos beneficios.

El saneamiento de estas áreas es una forma de incidir no solamente en la recuperación de las mismas sino también una manera de participar en la solución de los problemas citados.

8.2.- ESTRATEGIA GENERAL

En este proyecto se busca repoblar vegetalmente la cubierta de un relleno sanitario en la zona de Bordo Poniente sobre una de las celdas de disposición ya sellada.

Esta reproducción no consiste en formar un jardín-incapaz de autosostenerse y que requiera de un mantenimiento intensivo y constante, sino más bien es una estrategia que tiende al establecimiento de una cobertura vegetal capaz de sustentarse así misma en el mediano plazo, que se adapte a las condiciones que imperan en su ambiente, esto, es que no pierda su vigor y capacidad reproductora y que permita a largo plazo la predominancia de las especies perennes y en lo posible de las arbóreas.

8.3.- ANTECEDENTES

Una de las experiencias más profundas y larga es la obtenida a nivel mundial por Francia en el manejo de rellenos sanitarios y en particular con respecto al cubrimiento vegetal en la capa de sello, que denominan reverdecimiento ó vegetalización considerandola en la actualidad, - tomando en cuenta las experiencias como la principal solución para el remanejo de estas áreas.

Las principales consideraciones que hacen son la formación de un suelo capaz de soportar la vegetación, y la adecuada selección de especies de adaptarse al medio.

Por su parte consideran que la última capa de desechos no debe ser compactada para que se descomponga en con

diciones aerobias cubriéndose con 30 cm. de tierra.

Dependiendo del tipo de cobertura vegetal sera el grosor de la capa de tierra que la soporte, para el caso de una cobertura forestal aconsejan recubrir el terreno con 2.0 m. mínimo de suelò, para una cobertura herbacea recomienda solo una capa de 60 cm.

Por otro lado, también transforman las áreas de relleno sanitario en sitios recreativos, tales como parques, centros recreativos, etc.

A nivel nacional se tiene mínimas experiencias, pero cabe señalar el caso de Santa Cruz Meyehualco y el Extiradero de Santa Fe (Alameda Poniente) en donde se establecio una cobertura vegetal, como parte de parques públicos.

8.4.- OBJETIVOS

- I).- Repoblar vegetalmente áreas de Disposición Final de Desechos Sólidos que se encuentran selladas.
- II).- Probar la resistencia de diferentes especies vegetales a las condiciones ambientales -

de éstas áreas.

- III).- Establecer algunos principios básicos para la recuperación e implementación de estas áreas como zonas verdes.

8.5.- CONDICIONES GENERALES DEL RELLENO SANITARIO

Los principales procesos que repercuten directa y profundamente sobre la cubierta de repoblación vegetal son

- A).- La descomposición de la materia orgánica.
- B).- La acumulación de diversos compuestos, de iones metálicos y sus sales.
- C).- La compactación e impermeabilidad de la capa de sello y los desechos.

A).- En el caso de la Ciudad de México los desechos proceden de domicilios, mercado y comercios por lo que aquellos están constituidos en gran parte por materia orgánica (grasa, proteínas, carbohidratos). La acumulación de esta trae una proliferación de microorganismos (bacterias, hongos, etc.) que se encargan de descomponerla, oxidándola hasta compuestos minerales sencillos, -

sin embargo una vez sellado el relleno, este proceso se desarrolla en un ambiente pobre de oxígeno, hasta que es agotado, entonces es suplido por el proceso anaerobio de descomposición microbiana que genera entre otros productos.

i).- Gases, principalmente metano y dióxido de carbono, ambos afectan el proceso de intercambio gaseoso de la raíz ya que desplazan el oxígeno disponible del suelo que sustenta la vegetación, lo que provoca anoxia y por tanto la muerte redicular o bien un desarrollo raquitico de la planta.

ii).- Acidos orgánicos, acidos sulfhidricos, hidrogeno, etc., que incrementan el ph del suelo haciendolo más acido lo que altera la capacidad de absorción de la raíz o le produce quemaduras que la destruyen.

B).- La acumulación de diversos compuestos, de iones metálicos y sus sales modifican o anulan:

i).- La tasa de absorción y asimilación de nutrientes pues la falta de concentración de aquellos provoca que algunos de estos no esten disponibles para la planta.

- ii).- La tasa de absorción de agua, pues la excesiva concentración de sales aumenta la presión osmótica del sustrato.

- iii).- El crecimiento y desarrollo por la fuerte intoxicación de los tejidos vegetales, afectando procesos vitales que llegan a provocar la muerte.

- C).- La compactación de la capa de suelo puede impedir el crecimiento de la raíz y con ello detener el crecimiento de la planta generando individuos enanos. Por otro lado, la impermeabilidad tanto de la capa de sello como de los desechos puede provocar acumulación de agua y ésta la putrefacción radical.

8.6.- METODOLOGIA

Para efecto de implementación de este programa se han considerado varios aspectos necesarios que deben cubrirse para la consecución de los objetivos planteados, ta los aspectos son:

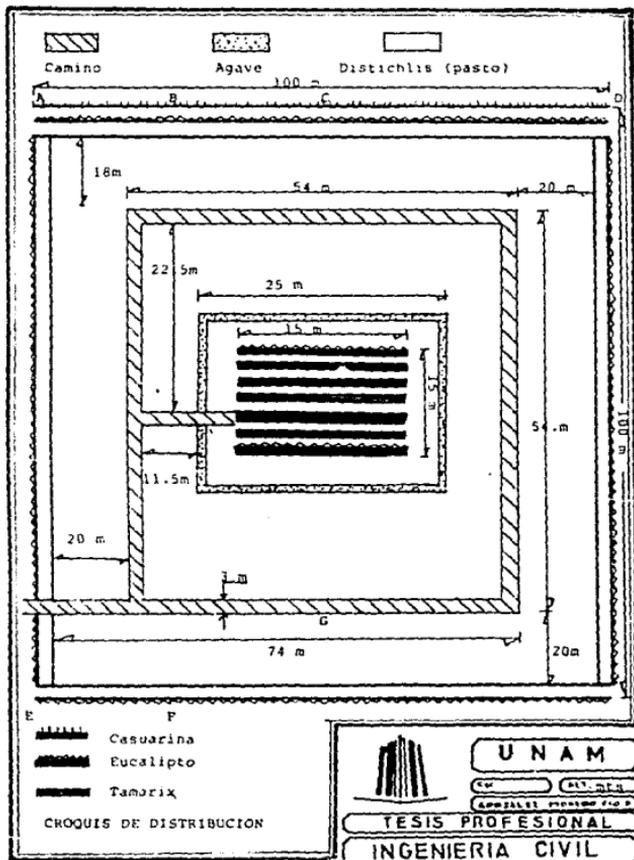
A).- Area de plantación. En este caso se propone usar una hectarea para la plantación considerando la disponibilidad de terreno. Esta superficie es definida como la unidad para la repoblación vegetal.

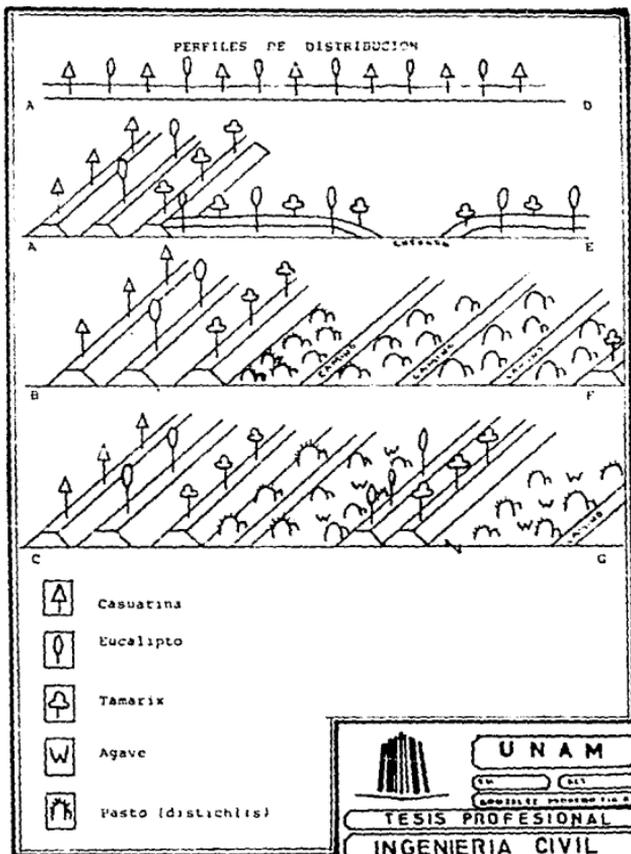
B).- Tratamiento previo del terreno. Se refiere a la secuencia de actividades requeridas antes de la plantación y son las siguientes:

i).- Si se inicia el programa en la época de estío (mes de octubre o noviembre al mes de abril o mayo), es recomendable regar 2 semanas antes de la plantación entre 8 - 10 A.M aproximadamente 10 litros por m^2 con el propósito de humedecer el terreno y evitar la excesiva evaporación para permitir la germinación de las malas hiervas.

Si se inicia en la época de precipitación es aconsejable dejar pasar 2 semanas durante las cuales se presente lluvia.

iii).- En cualquiera de los casos, al cabo de las 2 semanas se deshierbara en una jornada de un día, de forma manual para acabar con la posible competencia de las malas hierbas





iii).- En seguida se procederá a formar los bordos y montículos para la plantación empezando del centro del área hacia los extremos, dejando abierta la cepa y formando con la tierra salida de la cepa un contenedor para el agua alrededor de esta.

C).- Especies. Para obtener mejores resultados es conveniente realizar un policultivo antes que un monocultivo, puesto que da mayor probabilidad de supervivencia ante los factores ambientales puesto que cada especie actúa de diferente manera sobre estos. Las especies elejidas por sus características y disponibilidad son:

Distichlis Spicata

Pasto salado resistente a la sequía y a elevadas concentraciones de iones Na⁺, Ca⁺, etc., favorece a la fijación del suelo gracias a su crecimiento en estolones por arriba a abajo del suelo.

Agave Spicata

Alguna especie de este género puede emplearse pues las cactaceas son de gran resistencia a la sequía y sus -

exigencias en cuanto a suelo no son notables, excepto que no presente elevada humedad a lo largo del año. También favorece la fijación del suelo por su tipo de crecimiento redicular. Es posible usar Agave horrida que tolera alta humedad.

Casarina Equisetifolia

Especie empleada comunmente en las barreras rompevientos. Es resistente en general a la baja humedad.

Eucalytus Spicata

Alguna especie de este género que sea disponible. Estos árboles se han probado su resistencia a diversas condiciones extremas, son preñes y fuertes por lo que también se llegan a usar en las barreras rompevientos.

Tamarix Plumosa

Especie resistente a la salinidad alta, árbol perenne con posibilidad de formar parte de masas arboleas rompevientos en combinación con otras especies.

D).- Método de Plantación. Se realizará de forma manual empleando pala para abrir cepas. En el caso de formar montículos y bordos se empleará el equipo necesario.

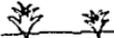
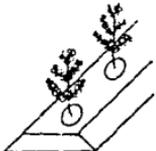
La plantación del pasto señalado se llevará a cabo sobre montículos y con cepellones de 30 x 20 x 20 cm pues de esta manera se han conseguido su mayor índice de supervivencia.

Para los agaves dada su plantación a raíz desnuda o semidesnuda se requerirá abrir una ranura de suficiente amplitud para introducir la raíz sin que ésta se dañe.

Para la plantación de las especies arboleas se forman bordos cuyo propósito es propiciar tierra suficiente para su buen desarrollo, es decir, nutrientes, humedad y sosten para la raíz, además de funcionar como parte de la barrera contra viento.

Se usarán piedras en la base de cada árbol como medio para ayudar a la conservación de la humedad del suelo.

La plantación se realizará en cepas de 30 x 30 x 30 cm. con el fin de dar suficiente espacio a la raíz, para que no quede restringido su desarrollo.

ESPECIE	METODO	ESQUEMA
Distichlis spicata	Cepellones de 30x20x30 cm plantar sobre montículo de 1m de base por 40 cm de altura	
Agave sp.	Sobre el terreno hacer una ranura con pala o pico, para insertar las raíces, por último cerrar y apretar la tierra.	
Casuarina equisetifolia	Plantar sobre bordo de 40 cm de altura x 1m de base x 50cm de corona. Cepa de 30x30x30 cm. Colocar 2 piedras en la base del arbolito.	
Eucalyptus sp.	Plantas sobre bordo de 60 cm de altura x 1m de base x 50cm de corona. Colocar 2 piedras en la base del árbol.	
Tamarix plumosa	Igual al anterior.	

DISTANCIAMIENTO

El distanciamiento entre individuos o distancia de plantación varía dependiendo del tipo de la especie.



UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

E).- Distanciamiento. El distanciamiento entre cada individuo o distancias de plantación varia dependiendo del tipo de crecimiento de cada especie.

Tabla de distancias de plantación
y número de individuos por hectárea.

ESPECIE	DISTANCIA	No. INDIVIDUO	AREA A CUBRIR
Distichlis spicata	1.0 x 1.0 m	7,228 cepellones	7,228 m ²
Agave sp.	1.0 x 1.0 m	93 plantas	93 m ²
Casuarina equisetifolia	1.5 x 1.5 m	67 árboles	100 m ²
Eucalytus sp.	1.5 x 1.5 m	400 árboles	600 m ²
Tamarix plumosa	1.5 x 1.5 m	250 árboles	375 m ²

F).- Distribución. En este punto se comprende el arreglo o trazado del terreno, incluyendo la disposición para cada especie así como los caminos y la entrada.

El trazado general del área fue realizado en base a las siguientes consideraciones:

i).- Dirección de vientos dominantes.

ii).- Facilidad de acceso para el riego.

iii).- Aspectos estéticos y recreativos.

iv).- Posibilidad de dispersión de las especies arboleas.

v).- Conservación de la humedad edáfica.

vi).- Fijación del suelo.

G).- Fertilización y riego. Se recomienda que la fertilización sea exclusivamente para las especies forestales: Eucaliptos, casuarinas y tamarix.

Se efectuará con tierra de bosque conocida como " tierra negra de hoja ", esto para favorece el buen desarrollo de las especies citadas.

Se aplicará 4l kg. por árbol, cantidad suficiente para cubrir la cepa. Además de proporcionar los nutrientes necesarios, el abono dispuesto en la superficie aumentará el desarrollo superficial de las raíces, evitando así en lo posible que alcancen la capa de sello ó los desechos, con la consecuente destrucción o alteración de aque-

llas y su repercusión en toda la planta.

Por otra parte el riego se llevará a cabo con perio
idad semanal o quincenal, solo durante el estio, es decir,
de noviembre a mayo.

El tipo semanal sera empleado para las especies ar-
boleas que requieren mayor humedad del suelo, mientras que
el segundo tipo, para el pasto y agave que soportan condi-
ciones de sequia, pero que prestan cierta intolerancia a al
ta humedad edafica pues sus raices se astixian o pudren.

La cantidad de agua a aplicar depende de las necesi-
dades de cada especie. De acuerdo a ello se dispone -
en dos grupos:

i).- Tamarix, Eucalipto y Casuarina.

Para estas especies el riego será de 20 lt/árbol/se-
mana en una sola aplicación. Con ello se satis
tace y se estimula el crecimiento superficial de la
raíz.

ii).- Pasto y Agave.

El riego será de agua sobre el terreno ocupado por

estas especies aplicando 25 lt/m²/quincena en una sola ocasión. Esta forma de riegos evita la formación de huecos en el suelo con lo que se impide el paso de agua a las partes profundas y la creación de charcos.

En lo referente a la calidad del agua se requiere que esta sea tratada ya que de no ser así se introduciría a una variable más (concentración de sales y otras sustancias) que afecte el crecimiento y/o desarrollo de la planta

Respecto al horario de riego se recomienda que sea durante la mañana (8-10 a.m.) para reducir la evaporación- que el agua penetre el suelo y sea absorbida por las plantas.

H).- Mantenimiento y control. Para dar un adecuado y suficiente mantenimiento se consideran los siguientes aspectos:

i).- Deshierbe regular según necesidades, para detener desarrollo de hierbas que compitan por los nutrientes, agua o luz con las especies plantadas.

ii).- Sustitución de aquellas plantas que estén dañadas. . Esto se considera para los primeros cuatro meses después de lo cual no habrá más reposiciones.

- iii).- Periodicidad del riego para los dos cultivos de especies. Cumplir con lo estipulado en el inciso anterior en lo relativo al riego.

El aspecto de mantenimiento así como de control deberán proseguir durante el primer año y quizá segundo año de realizada la plantación.

Tabla de mantenimiento en cuanto a riego

ESPECIE	PERIODO DE RIEGO	TIPO DE RIEGO	CANTIDAD DE AGUA	CALIDAD DE AGUA	HORARIO DE RIEGO
Eucalipto	semanal	por árbol	20lt/arb/sem	tratada	8-10 A.M.
casuarina					
tamarix					
Pasto	quin	De agua	25lt/m ² /		tratada 8-10 A.M.
agave	nal	rodad	quincena		

- iv).- Supervisión de las labores realizadas, estas, se efectúan eficientemente cada una de ellas.
- v).- Levantamiento de un registro de observaciones acerca del desarrollo de cada labor realizada para llevar el control del programa.

Los aspectos a considerar serán:

- La plantación y las reposiciones adecuadas.
- El cumplimiento del período, horario y tipo de riego.
- El completo y adecuado deshierbe.
- Cantidad y calidad del agua.

I).- Seguimiento. Bajo este concepto se comprende el registro continuo del desarrollo del desarrollo de la plantación, es decir, su estado físico incluyendo el aspecto de bienestar en el que se encuentran las especies.

Serán considerados los siguientes aspectos para llevar un seguimiento que describa las condiciones generales de la cobertura vegetal por especie:

i).- Análisis y registro del del estado del follaje quincenalmente.

ii).- Medición de una muestra aleatoria en los parámetros; altura, grosor del tronco.

iii).- Medición mensual del índice de supervivencia.

iv).- Cuantificación del contenido de polvo en -
las hojas.

v).- Registro de rupturas o fracturas de plantas
por mes, durante los primeros cuatro meses -
del programa.

J).- Desarrollo de Actividades. Bajo este as-
pecto se considera la secuencia que deberán seguir las acti
vidades a desarrollar con respecto a los días de habilita-
ción del programa (tabla).

C A P I T U L O I X

R E G L A M E N T O

MIGUEL DE LA MADRID HURTADO, Presidente Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, en uso de las facultades que me confiere el artículo 89 fracción I de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y con fundamento en el artículo 20 fracción IX de la ley Orgánica del Departamento del Distrito Federal, he tenido a bien expedir el siguiente:

REGLAMENTO:

9.1.- DISPOSICIONES GENERALES

ARTICULO 1.- Las disposiciones contenidas en este reglamento regirán en el Distrito Federal y su cumplimiento corresponde al Departamento del Distrito Federal, por conducto de la Secretaría General de Obras y de las Delegaciones.

ARTICULO 2.- Es materia de este Reglamento la prestación del servicio público de limpia en el Distrito Federal. que consiste en barridos manuales y mecánicos de vías o lugares públicos; recolección de desechos sólidos-domiciliarios, de comercios, escuelas, industrias, oficinas de lugares de espectáculos públicos o similares y centros de salud y hospitalarios; el transporte de los desechos y su tratamiento, así como el establecimiento y operación de estaciones de transferencia, plantas de tratami

ento y sitios de disposición final de desechos.

ARTICULO 3.- Para los efectos de este Reglamento se entenderá por:

DESECHOS SOLIDOS: Cualquier material sólido de desechos a consecuencia del uso o proveniente de un proceso de producción o transformación.

RECOLECCION: Acción de recoger los desechos sólidos en lugares de generación, depósito o concentración.

TRANSPORTE: Llevar o acarrear los desechos sólidos a los sitios de tratamiento o de disposición final.

DEPOSITO: Lugar donde son colocados los desechos sólidos.

DISPOSICION: La última fase del proceso aplicada a los desechos sólidos, para evitar efectos nocivos a la salud o al ambiente.

SITIOS DE DISPOSICION FINAL: Los locales, terrenos o estructuras destinados a usarse en el proceso final aplicada a los desechos.

ESTACION DE TRANSFERENCIA: Instalación suplementaria de transporte donde se descargan los desechos sólidos de los vehículos de recolección a remolque especial - de gran capacidad.

PLANTA DE TRATAMIENTO: Instalaciones para procesar industrialmente los desechos sólidos.

DESECHOS PELIGROSOS: Aquellos que dañan o puede dañar de modo inmediato y grave la vida.

CONTAMINANTE: Toda materia o sustancia, tales como humos, polvos, gases, cenizas, bacterias, residuos y desperdicios, que al incorporarse o adicionarse al aire, agua o tierra, pueden alterar o modificar sus características naturales o las del medio ambiente; y

DESECHOS SOLIDOS ALTAMENTE CONTAMINANTE: Aquellos que provienen de los establecimientos que manejan - sustancias tóxicas, radiactivas, corrosivas, inflamables explosivas o patógenas, que por su composición pueden de inmediato o a largo plazo, la vida o el medio ambiente, - particularmente el agua, aire o tierra y que requieren de manejo, transporte, tratamiento o disposición final acorde a su naturaleza.

ARTICULO 4.- Corresponde a la Secretaria General de Obras del Departamento del Distrito Federal.

I.- Implementar las normas y criterios aplicable a los servicios regulados por este Ordenamiento.

II.- Operar los sitios de disposición final.

III.- Diseñar, construir y operar las plantas de tratamiento de desechos sólidos.

IV.- Operar las incineradores de desecho sólido propiedad del Departamento del Distrito Federal.

V.- Establecer y determinar la operación de las estaciones de transferencia conjuntamente con las Delegaciones, y.

VI.- Fijar el uso y aprovechamiento de los desechos sólidos que se reclectan.

ARTICULO 5.- Corresponde a las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal.

I.- Efectuar la recolección de los desechos sólidos

dos y transportarlos a las estaciones de transbordo, planta de tratamiento o sitio de disposición final; según lo dispuesto y lo indique la Secretaría general de Obras.

II.- Establecer rutas, horarios y frecuencias de los sistemas de barrido manual y mecánicos y de recolección, y.

III.- Las demás actividades que el presente Reglamento y otras disposiciones sobre la materia señalan.

ARTICULO 6.- En la prestación del servicio público a que se refiere este Reglamento se observarán las disposiciones sanitarias vigentes y las relativas a la prevención y control de la contaminación ambiental.

ARTICULO 7.- Las Delegaciones del Departamento - del Distrito Federal asignarán el personal, equipo y demás elementos necesarios para la prestación eficaz de servicio de limpia.

ARTICULO 8.- El personal de servicio público de limpia usará el uniforme y equipo que determine la Delegación correspondiente, mima que tendrá la responsabilidad de vigilar la buena presentación de los trabajadores.

ARTICULO 9.- El Departamento del Distrito Federal por conducto de la Secretaría General de Obras y de las Delegaciones preverá la colocación adecuada de recipientes y contenedores para el depósito de desechos.

ARTICULO 10.- El Departamento del Distrito Federal estará facultado para determinar discretamente el destino o aprovechamiento de los desechos sólidos que se recolecten y transporten o se reciban en los sitios de disposición final y plantas de tratamiento.

ARTICULO 11.- La inspección y supervisión del servicio público de limpieza correspondiente a las Delegaciones, las que exhortarán a los órganos de colaboración vecinal ciudadana a fin de que su apoyo y comprensión pueda mejorarse el servicio.

ARTICULO 12.- En la construcción de edificios y conjuntos o módulos habitacionales se incluirá el establecimiento de depósitos de almacenamiento así como de un adecuado sistema para el manejo de los desechos sólidos.

ARTICULO 13.- La Delegación respectiva deberá exigir para los fraccionamientos, hospitales, conjuntos habitacionales, centros comerciales e industriales, la colocación de contenedores que faciliten la operación de lim-

pia en dichos lugares.

9.2.-

C A P I T U L O I I

RECOLECCION DOMICILIARIA

ARTICULO 14.- La recolección por domicilio de los desechos sólidos podrá rehusarse por el personal del camión recolector cuando exceda de 20 kilos y en tal caso los interesados deberán transportarlos por su cuenta a los sitios de disposición final señalados por la Delegación del lugar.

Los interesados podrán convenir con la Delegación correspondiente, cuando sea posible, la recolección de los desechos por los vehículos destinados al servicio, y en este caso cubrirán la cuota que al efecto fije el Departamento del Distrito Federal y que se enterará en las cajas recaudadoras de la Tesorería del Distrito Federal.

ARTICULO 15.- La presentación del servicio de recolección de desechos sólidos se hará en los horarios que fijan las Delegaciones correspondientes escuchando la opinión de los órganos de colaboración vecinal y ciudadana.

ARTICULO 16.- En toda nueva edificación destinada a cualquiera de los usos previstos en los planes parciales correspondientes y en todos los conjuntos o módulos habitacionales que se promueven por particulares y organismos públicos, así como de los fraccionamientos, se establecerán depósitos y sitios de almacenamiento y sistemas de recolección adecuados para el manejo de desechos sólidos, previa autorización del Departamento del Distrito Federal.

ARTICULO 17.- En los edificios, fábricas, hospitales y centros de salud que cuenten con incineradores, se recolectará únicamente las cenizas frías que resulten de su operación habitual. La entrega de desechos sólidos se hará en recipientes cerrados no retornables.

9.3.-

C A P I T U L O I I I

RECOLECCION EN INDUSTRIAS , COMERCIOS

OFICINAS Y SIMILARES

ARTICULO 18.- Los propietarios o administradores de industrias, talleres, comercios, restaurantes, hospitales, centros de salud, oficinas, locales de espectáculos, y demás similares, deberán transportar por cuenta propia-

sus desechos sólidos a los sitios que se fijan para el efecto, o previo convenio con la Delegación correspondiente, podrán hacer uso de la recolección pagando la cuota que al efecto se establezca por el Departamento del Distrito Federal y que se enterará en las cajas de la Tesorería del Distrito Federal.

Para la recolección industrial o comercial, deberá realizarse un análisis fisicoquímico y biológico de los desechos sólidos a través de las normas que establezcan la Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología.

ARTICULO 19.- Los vehículos para el transporte de desechos sólidos con que cuenten los establecimientos a que se refiere el artículo 18 de este Ordenamiento, deberán ser registrados en las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal correspondiente, ajustándose a lo establecido en el artículo 22 del presente Reglamento.

ARTICULO 20.- En caso de que los desechos sólidos procedentes de cualquiera de los establecimientos a que se hace referencia en este capítulo fueran altamente contaminantes, se transportarán en vehículos especiales y conforme a los procedimientos que fije el Departamento del Distrito Federal.

RECOLECCION ESPECIAL

ARTICULO 21.- El transporte de cadáveres de animales domésticos se hará en los vehículos de recolección, siempre que aquellos esten debidamente protegidos en bolsas de película plástica, y se transportarán, al igual - que ramas y árboles para su incineración en los lugares - previamente señalados por el Departamento del Distrito Federal.

TRANSPORTACION

ARTICULO 22.- El transporte de desechos sólidos - en el Distrito Federal, se llevará a cabo en vehículos - construidos especialmente para este objeto, que cumplirán con los requerimientos técnicos que establezca el Departamento del Distrito Federal.

ARTICULO 23.- El transporte de los desechos sólidos se hará exclusivamente dentro de la caja que para tal fin tenga el vehículo, por lo que no podrá llevarlos en - los estribos, parte superior de la caja o en cualquier - otro sitio exterior.

ARTICULO 24.- Solo el personal asignado a la undad podrá viajar en ésta, y no podrá hacerlo fuera de la cabina del vehículo.

ARTICULO 25.- La Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal, fijará el horario con las Delegaciones para la descarga en sitios de disposición final estaciones de transferencia.

9.6.- C A P Í T U L O V I

TRATAMIENTO

ARTICULO 26.- La Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal, determinará las condiciones de operación de las plantas industrializadoras y los incineradores públicos destinados al servicio de limpieza.

ARTICULO 27.- Los hospitales, sanatorios, enfermerías, casas de cuna, clínicas, consultorios médicos y otros establecimientos similares, estarán obligados a proceder a la incineración de los desechos sólidos o desperdicios que produzcan, ya sea en sus propios locales o en aquellos que el, efecto señale el Departamento del Distrito Federal.

Para los efectos del párrafo anterior, los establecimientos señalados anteriormente, deberá atenderse a las normas que sobre el particular contiene éste Ordenamiento y a las previsiones para evitar la contaminación ambiental.

ARTICULO 28.- Los administradores o encargados de aeropuertos, así como los centros de salud pertenecientes tanto al sector público como al privado, podrán hacer uso del servicio de incineración que preste la Secretaría General de Obras correspondiente, previo pago de los derechos que al efecto se establezcan por el Departamento del Distrito Federal y que se entregará en las cajas recaudadoras de la Tesorería del Distrito Federal.

9.7.-

C A P I T U L O V I I

SITIOS DE DISPOSICION FINAL

ARTICULO 29.- Los sitios de disposición final de desechos sólidos y sus procedimientos de operación serán fijados por la Secretaría General de Obras del Departamento del Distrito Federal.

ARTICULO 30.- La Secretaría General de Obras del-

Departamento del Distrito Federal, previa opinión de las áreas administrativas competentes de las Secretarías de - Salubridad y Asistencia y Desarrollo Urbano y Ecología, - determinará las características y condiciones generales - que deberán reunir los sitios de tratamiento y disposición final, especialmente cuando se trate de rellenos sanitarios en áreas urbanas.

ARTICULO 31.- El Departamento del Distrito Federal, a través de la Secretaría General de Obras, determinará el uso y recuperación que se dé a los subproductos de desechos sólidos cuando éstos se procesen en los sitios de disposición final.

9.8.-

C A P I T U L O V I I I

DE LOS PEPENADORES

ARTICULO 32.- Se consideran pepenadores, aquellas personas que en forma independiente ejercen la actividad de clasificar los desechos sólidos que se encuentran en los sitios de disposición final.

ARTICULO 33.- El Departamento del Distrito Federal a través de la Secretaría General de Obras, expedirá-

las normas y controlará la actividad que ejerzan los pepenadores, la que solo podrá realizarse en los sitios de -- disposición final.

ARTICULO 34.- Corresponde a la Secretaría General de Obras determinar las técnicas y programas aplicables en la clasificación de subproductos recuperables en los sitios de disposición final.

9.9.-

C A P I T U L O I X

DE LOS HABITANTES

ARTICULO 35.- Los habitantes del Distrito Federal, deberán mantener limpia el área circundante a los frentes de sus propiedades y domicilios, a través del barrido, a fin de recoger y almacenar en forma transitoria los desechos sólidos para depositarlos en su oportunidad, en los recipientes conforme al sistema establecido en coordinación con la Delegación correspondiente.

Quando se trate de algún terreno o edificio arrendado a dos o más inquilinos, ésta obligación recaerá en el arrendador.

Tratándose de escuelas y edificios públicos, la obligación será a cargo de los intendentes o de la persona designada específicamente al fin indicado.

ARTICULO 36.- Las Delegaciones promoverán a través de las organizaciones vecinales la elaboración de programas tendientes al logro de las obligación señalada en el artículo anterior.

ARTICULO 37.- Los habitantes del Distrito Federal, deberán entregar sus desechos sólidos domiciliarios conforme al sistema que establezca la Delegación correspondiente, en coordinación con las organizaciones vecinales.

ARTICULO 38.- Toda persona que ejerza el comercio en los mercados y en la vía pública, deberán conservar aseada el área circundante al lugar que ocupe.

Los desechos sólidos serán depositados en los recipientes con que contará para el efecto y que deberá -- transportar al sitio o unidad que fije la Delegación correspondiente.

ARTICULO 39.- Los usuarios, durante el almacena-

miento temporal de los desechos sólidos, procurarán depositar separadamente las materias orgánicas y las inorgánicas.

Para los fines del párrafo anterior las Delegaciones, con la cooperación de los órganos de colaboración vecinal y ciudadana, promoverán las campañas informativas y de difusión correspondientes.

ARTICULO 40.- Los transportistas que realicen operaciones de carga y descarga en la vía pública están obligados al aseo inmediato del lugar, una vez terminadas las maniobras.

ARTICULO 41.- Es obligación de los propietarios o encargados de industrias o comercios mantener limpia el área circundante de sus empresas o giros comerciales, incluyendo aceras, escapes y baldíos, a través del barrido manual, recogiendo los desechos sólidos que de ésta acción se originen.

ARTICULO 42.- En el transporte de materia que ofrezcan riesgos de esparcirse en la vía pública, se tomarán las precauciones necesarias para impedir su diseminación.

ARTICULO 43.- Los administradores de mercados de berán vigilar el cumplimiento de lo señalado en el artículo 40 de éste Ordenamiento, en el área que a ellos corresponde, igual obligación tendrán los organismos y dependencias públicas o privadas que en razón del desempeño de -- las obras o trabajos que ejecuten originen desechos sólidos en la vía pública.

ARTICULO 44.- En las obras de construcción los propietarios, contratistas o personal oficial, están obligados a preveer lo necesario para evitar que se diseminen los materiales, escombros, desperdicios de madera y otros en la vía pública, debiendo transportarlos a los sitios - que al efecto determine la Secretaría General de Obras.

ARTICULO 45.- Los propietarios o encargados de terrenos no edificados, serán responsables de la limpieza - de los mismos. En caso de que la limpieza se efectue por la Delegación correspondiente, ésta será a cargo del propietario, sin perjuicio de imponer la sanción que amerita.

ARTICULO 46.- Los propietarios o encargados de industrias, comercios y de casa habitación que tengan jardines, o huertos deberán transportar por cuenta propia la ramazón hojarasca y de más desechos sólidos que se generen, a los sitios que previamente señale la Secretaría Ge

neral de Obras o bien hacer uso de la recolección industrial y comercial.

ARTICULO 47.- Los usuarios del servicio de limpieza podrán reportar a las autoridades o a su organización vecinal, las irregularidades que adviertan en la prestación del servicio, para la cual todos sus vehículos llevarán anotados en forma visible el número de la unidad y el teléfono de la oficina de quejas.

9.10.-

C A P I T U L O

X

PROHIBICIONES

ARTICULO 48.- Queda prohibido dentro de los límites del Distrito Federal:

I.- Arrojar en lotes baldíos, en la vía pública, drenajes, canales, barrancas y cursos de agua, desechos sólidos de cualquier procedencia.

II.- Encender fogatas en la vía pública.

III.- Arrojar desperdicios en la vía pública por parte de los conductores y pasajeros de vehículos particulares o de servicio público.

IV.- Ocupar la vía pública en la reparación de vehículos, muebles y objetos en general, así como cualquier actividad similar.

V.- Sacudir en la vía pública toda clase de ropa, alfombras, tapetes, cortinas y otras semejantes.

VI.- Barrer los desechos sólidos de la vía pública hacia el alcantarillado.

VII.- Extraer de los recipientes instalados en la vía pública los desechos sólidos o sus partes, y

VIII.- Utilizar recipientes en mal estado o que representen un peligro para los operadores del servicio de limpia.

9.11.-

C A P I T U L O X I

DEL PERSONAL DEL SERVICIO

ARTICULO 49.- El personal que integra el servicio de limpia de las Delegaciones del Departamento del Distrito Federal deberá:

I.- Asistir a los cursos de adiestramiento que para el efecto imparta el Departamento del Distrito Federal.

II.- Utilizar, conservar y mantener limpios los uniformes e implementos de trabajo que la Delegación les proporcione.

III.- Ejecutar las disposiciones de orden técnico que emita la Delegación respectiva según el área o responsabilidad de trabajo, con objeto de mejorar el servicio.

IV.- Recibir, juntar, almacenar y transportar los desechos sólidos desde su lugar de recolección hasta el sitio que asigne la Secretaría de Obras, sin sustraer parte alguna.

V.- Llevar a cabo los reportes de trabajo que la Delegación les señale, incluyendo las propuestas que considere convenientes para mejorar el servicio en cualquiera de sus fases.

VI.- Efectuar las labores que se les asigne, empleando su mayor capacidad, conocimientos y destreza que para el caso se requiera, y

VII.- Evitar que alguien viaje fuera de la cabina del vehículo recolector, así como cuidar que dentro de ésta solamente lo haga el personal autorizado.

ARTICULO 50.- El personal de servicio de limpia no estará autorizado para efectuar la venta de los desechos sólidos que recolecte durante su jornada de trabajo.

9.12.- C A P I T U L O X I I

DE LA SUPERVISION DEL SERVICIO

ARTICULO 51.- Las Delegaciones del Distrito Federal, serán las encargadas de vigilar el cumplimiento de las disposiciones establecidas en el presente Reglamento.

ARTICULO 52.- En cualquier caso de violación de este Reglamento, el personal comosionada al efecto levantará acta circunstanciada, por cuadruplicado en formas numeradas y foliadas en las que expresará: lugar y fecha en que se practique la diligencia; persona con quien se entenderá la misma, causa que motivó el acta y la firma de los testigos de asistencia, con mención de los nombres y domicilios de los mismos, de ésta acta deberá entregarse copia al interesado.

ARTICULO 53.- El acta a que se refiere el artículo anterior se turnará a la Delegación correspondiente, - quien calificará las infracciones de éste Reglamento en un término que no exceda de tres días hábiles contados desde la fecha de recepción. Para tal efecto, deberá tomarse en cuenta la gravedad de la infracción, los daños -- ocasionados o que pudo ocasionar la infracción, las condiciones personales del infractor y el mínimo y máximo de la sanción que corresponda de acuerdo a lo establecido al respecto en éste Ordenamiento. La resolución debidamente fundada y motivada se notificará por escrito al interesado dentro de los cinco días hábiles siguientes.

9.13.-

C A P I T U L O X I I I

DEL RECURSO DE REVOCACION

ARTICULO 54.- El recurso de revocación tiene por objeto que la autoridad que dispuso el acto administrativo reclamado, lo confirme, revoque, o modifique a petición expresa y motivada del agraviado.

ARTICULO 55.- La revocación debe pedirse por escrito dentro de los 15 días siguientes a la fecha en que tuvo lugar el acto que se reclama, ante la autoridad que - corresponda y suspenderá los efectos de la resolución cuando éstos no se hayan consumado.

ARTICULO 56.- En el escrito de inconformidad se expresarán:

El nombre y domicilio de quien promueve los agravios, la resolución impugnada y la mención de la autoridad que haya dictado el acto reclamado. En el mismo escrito se ofrecerán las pruebas, especificando los puntos sobre los que deben versar, mismos que en ningún caso serán extraños al asunto ocurrido.

ARTICULO 57.- La autoridad ante quien se interpone el recurso dictará la resolución que corresponda debidamente fundada y motivada, en el plazo de 10 días hábiles.

9.14.- C A P I T U L O X I V

SANCIONES

ARTICULO 58.- La contravención a las disposiciones que se señalan en el presente Reglamento, se sancionará con multa o arresto hasta por 36 horas.

ARTICULO 59.- Se sancionará:

I.- La contravención a lo señalado en el artículo 18 de este Reglamento, con multa de tres a seis veces -

el salario mínimo vigente a la fecha de la infracción.

II.- Con multa de seis a nueve veces el salario mínimo, la trasgresión a lo establecido por los artículos 19 y 20 de este Ordenamiento

III.- Con multa de una a cuatro veces el salario mínimo, por contravenir lo dispuesto en el artículo 21.

IV.- Con multa de una a cuatro veces el salario mínimo, quienes contravengan lo dispuesto por los artículos 23 y 24.

V.- Con multa de 15 a 20 veces el salario mínimo por contravenir lo dispuesto en el artículo 12 de este Ordenamiento.

VI.- Con multa de cinco a diez veces el salario mínimo, a quienes contravengan lo señalado en el artículo 16.

VII.- Con multa de una a cuatro veces el salario mínimo, la contravención al artículo 35.

VIII.- Con multa de una a cuatro veces, la trasgresión a los dispuestos en el artículo 37.

IX.- Con multa de cuatro a ocho veces el salario mínimo, a quienes trasgresión lo dispuesto por los artículos 38, 40 y 41.

X.- Con multa de cinco a diez veces el salario mínimo la contravención a lo establecido en los artículos 42 43 y 44.

XI.- Con multa de diez a quince veces el salario mínimo, la trasgresión a lo dispuesto en los artículos 45 y 46.

XII.- Con multa de quince a veinte veces el salario mínimo, la contravención a lo señalado en las fracciones I al IX del artículo 48 de este Reglamento.

XIII.- Con multa de una a cuatro veces el salario mínimo la contravención a lo dispuesto por las fracciones- II y VII del artículo 49.

XIV.- Con multa de dos a seis veces el salario mínimo la transgresión a lo estipulado en la fracción III - del artículo 49.

XV.- Con multa de quince a veinte veces el sala--

rio mínimo, el incumplimiento de lo establecido en la -
fracción IV del artículo 53, y.

XVI.- Con multa de veinticinco a treinta veces el
salario mínimo, la trasgresión a lo dispuesto en el artícu
lo 51 de este Ordenamiento, sin perjudicar las sanciones -
penales que correspondan.

En el caso de las sanciones a que se refiere el -
presente Reglamento, si el infractor jornalero, obrero, o
trabajador, no podrá ser sancionado con multa del importe-
de su jornal o salario de un día, y tratándose de trabaja-
dores no asalariados, no podrá exceder del equivalente a -
un día de su ingreso.

ARTICULO 60.- La violación reiterada de este Re--
glamento, será sancionada cada vez el doble de la sección-
aplicable, y en caso, con la clausura cuando se trate de -
comercios o industrias establecidas.

Para efectos de este concepto se entenderá por vio
lación reiterada cuando dentro del plazo de un año contado
a partir de la misma infracción anterior, el infractor in-
curra en otra de la misma naturaleza.

9.15.-

T R A N S I T O R I O S

PRIMERO.- El presente Reglamento entrará en vigor el día siguiente de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

SEGUNDO.- Se abroga el Reglamento para el Servicio de Limpia en el Distrito Federal de 10 de abril de 1941 y se derogan las demás disposiciones que se opongan al presente Reglamento.

TERCERO.- En tanto se localizan los sitios y se instale el equipo a que se refiere este Reglamento, seguirán los procedimientos establecidos hasta esta fecha.

Dado en la residencia del Poder Ejecutivo Federal.

CONCLUSIONES.

El hombre a través de su evolución en la tierra ha cubierto sus necesidades, por medio de la explotación de los recursos naturales.

Conforme está en aumento, ha prevalecido un sentido irracional que busca beneficios inmediatos, los que invariablemente fueron y siguen siendo de bajo costo, ésta irracionalidad es debido entre otras cosas, a una falta de imaginación creativa para reponer, aumentar ó conservar los recursos naturales.

El caso de la contaminación por los residuos sólidos no peligrosos y peligrosos; constituye uno de los problemas que menor atención ha tenido por parte de la ciudadanía y de las autoridades, por la que la problemática de éstos se ha ido incrementando con el paso del tiempo.

Las expectativas a futuro no son negativas, ya que el " Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 ", establece una serie de prioridades en el área que nunca antes se habían plasmado en un documento de semejante nivel.

Sin embargo es necesario el establecimiento de una

política nacional para el control de los residuos sólidos - no peligrosos y peligrosos, congruente con la situación económica del país, pero con la conciencia de el retraso en la solución del problema, por experiencia acarreará cada vez - problemas más complejos y difíciles de resolver en áreas como en el sector salud, recursos hidráulicos, ecológicos, financieros, políticos, sociales, etc.

El deterioro actual del ambiente requiere por un lado, la eliminación de la práctica de los tiraderos a cielo-abierto como método de disposición final utilizando los rellenos sanitarios y por otro lado el saneamiento y clausura de los tiraderos que se encuentran abandonados ó en operación, estos últimos una vez que se inicien las labores para la instalación de los rellenos sanitarios.

En la actualidad, el D. F. cuenta con tres rellenos sanitarios; Santa Catarina, Prados de la Montaña y Bordo Poniente, siendo éste último el de mayor capacidad y extensión, el cual se contempla para 1992 una 4a. etapa con -- 1 000 hectareas.

Con la utilización de los rellenos sanitarios, se han podido resolver los problemas de tipo ecológico como la eliminación de fauna nociva, tolveneras, regeneración de -- áreas verdes, etc.

B I B L I O G R A F I A

- " ESTUDIO DE LA UBICACION DE 20 ALTERNATIVAS PARA LA DISPOSICION DE LOS DESECHOS SOLIDOS DEL DISTRITO FEDERAL " MEXICO, D. F. , 1985
- " RELLENO SANITARIO DE BORDO PONIENTE " MEXICO, D. F. , 1985
- " CURSO TALLER SOBRE DESECHOS INDUSTRIALES " S.E.D.U.E. SAN LUIS POTOSI
- " CURSO SOBRE MANEJO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS INDUSTRIALES " S.E.D.U.E. MEXICO, D. F.
- " HANDBOOK OF INDUSTRIAL WASTE DISPOSAL CONWAY, RICHARD A "
- " WASTE DISPOSAL MANAGEMENT AND PRACTICE, JOHN SKITT "
- " PROYECTO DE FORESTACION DE LA CUBIERTA DE RELLENOS SANITARIOS. OFICINA DE INVESTIGACION Y DESARROLLO. 1986

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	VERTICE	DISTANCIA	RUMBO
25-1	1	105.31m	S 22 04'E
1-2	2	60.96	S 24 56'E
2-3	3	92.30	S 25 12'E
3-4	4	158.32	S 29 40'E
4-5	5	183.15	S 31 32'E
5-6	6	263.33	S 31 36'E
6-7	7	168.42	S 31 37'E
7-8	8	185.10	S 31 41'E
8-9	9	22.15	S 31 47'E
9-10	10	329.66	S 58 44'W
10-11	11	318.49	S 59 31'W
11-12	12	357.52	N 31 32'W
12-13	13	317.34	N 31 33'W
13-14	14	282.06	N 31 33'W
14-15	15	358.47	N 31 33'W
15-16	16	35.60	N 09 29'W
16-20	20	59.97	N 08 42'W
20-27	27	188.81	N 73 30'E
27-26	26	214.70	N 73 27'E
26-25	25	269.86	N 73 25'E
25-29	29	104.19	N 16 42'W
29-30	30	190.15	S 73 06'W
30-31	31	163.38	S 21 24'W
31-32	32	266.42	S 58 25'W
32-33	33	289.63	S 58 37'W
33-8	8	165.07	S 61 35'W



UNAM

CW ACT

COMISIÓN PROFESIONAL

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

(Continuación)

8-7	7	166.90m	N 71 46'W
7-6	6	127.50	N 71 48'W
6-1	1	168.46	N 20 00'E
1-2	2	245.72	N 19 50'E
2-3	3	203.28	N 21 51'E
3-4	4	141.39	N 22 53'E
4-5	5	34.54	N 19 19'E
5-6	6	91.58	N 31 26'E
6-7	7	5.76	N 57 50'W
7-8	8	62.92	N 41 11'E
8-9	9	43.55	N 47 40'E
9-10	10	53.37	N 52 20'E
10-11	11	54.41	N 58 21'E
11-12	12	46.41	N 64 04'E
12-13	13	48.72	N 69 48'E
13-14	14	243.55	N 74 46'E
14-15	15	290.68	N 74 47'E
15-16	16	246.52	N 74 43'E
16-17	17	252.37	N 74 32'E
17-18	18	70.45	N 67 45'E
18-19	19	112.59	S 08 08'E
19-20	20	231.79	S 10 43'E
20-21	21	68.50	S 12 18'E
21-22	22	59.10	S 14 20'E
22-23	23	69.14	S 17 01'E
23-24	24	123.34	S 18 22'E
24-25	25	79.81	S 22 07'E



UNAM

CU

AV

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL

CUADRO DE CONSTRUCCION

LADO	VERTICE	DISTANCIA	RUMBO
7-8	B	166.84m	S 66 58'E
8-157	157	56.67	S 59 37'W
157-156	156	62.82	S 16 51'E
156-155A	155A	110.59	S 25 56'E
155A-155	155	399.92	S 25 56'E
155-BN	BN	260.69	S 23 57'E
BN-154	154	139.62	S 29 38'E
154-A	A	85.32	S 14 28'E
A-B	B	436.49	S 73 02'W
B-C	C	317.13	E 24 57'W
C-D	D	155.00	E 62 22'W
D-E	E	84.00	E 16 35'E
E-F	F	298.03	N 58 56'W
F-G	G	67.45	N 7 54'E
G-H	H	336.85	N 22 48'E
H-I	I	271.48	N 26 21'E
I-7	7	125.41	N 65.57'E

(Continuación)

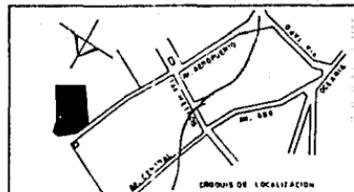
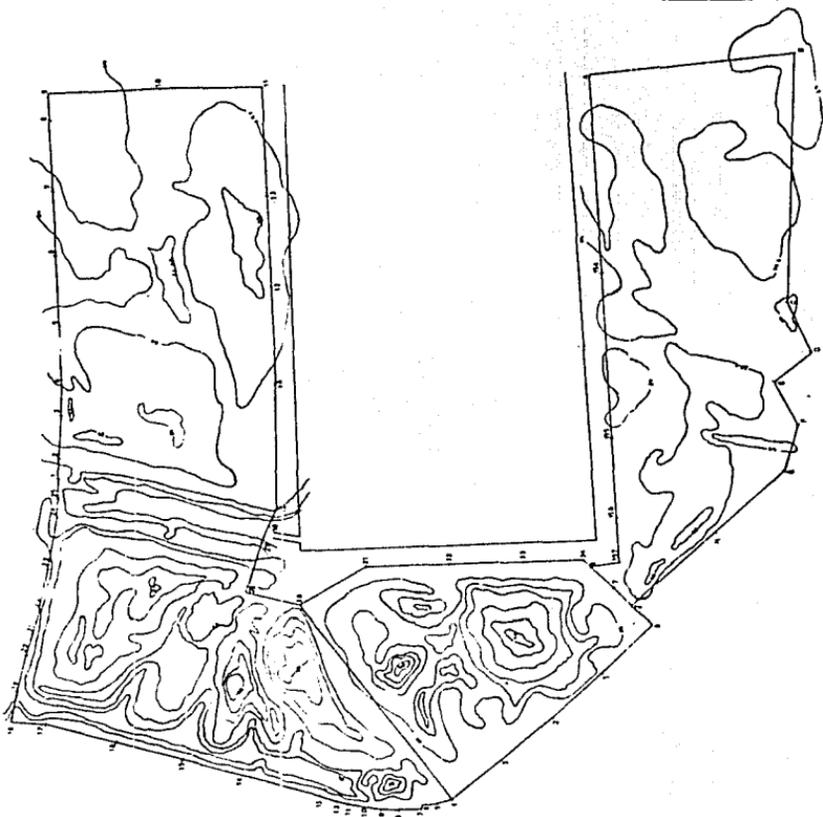


UNAM

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

TESIS PROFESIONAL

INGENIERIA CIVIL



**UNIVERSIDAD NAC.
AUTÓNOMA DE MEX.**

ENEP	A PAQUON
TESIS PROFESIONAL	1
INGENIERIA CIVIL	
PLANO TOPOGRAFICO	
ALCANTARILLAS	

