

Parte A

Capítulo 5

*Medidas de Prevención y Mitigación
de los Impactos Anticipados*



5 Medidas de Prevención y Mitigación para Impactos Anticipados

El capítulo anterior describió las posibles causas y efectos sobre el ambiente por el desarrollo de la planta de compostaje y el alcance de los problemas. La Figura 5-1 muestra de manera esquemática la discusión acerca de los impactos ambientales negativos.

Además de las relaciones de causa y efecto, la figura incluye los argumentos en caso de efectos ambientales anticipados. Estos efectos pueden ocurrir bajo circunstancias generales, pero para el caso del proyecto de planta de compostaje, es poco probable que éstos sucedan.

La figura también muestra medidas preventivas (con negritas en el Capítulo 4) que se incorporan en el diseño del proyecto para evitar o mitigar los efectos negativos. En el supuesto que estas medidas preventivas se instrumenten de manera satisfactoria, no se visualiza ningún impacto negativo relevante, tal y como se estableció en el Capítulo 4.

Vista la importancia desde esta perspectiva, este capítulo muestra las medidas preventivas en detalle, junto con enfoques para asegurar su aplicación.

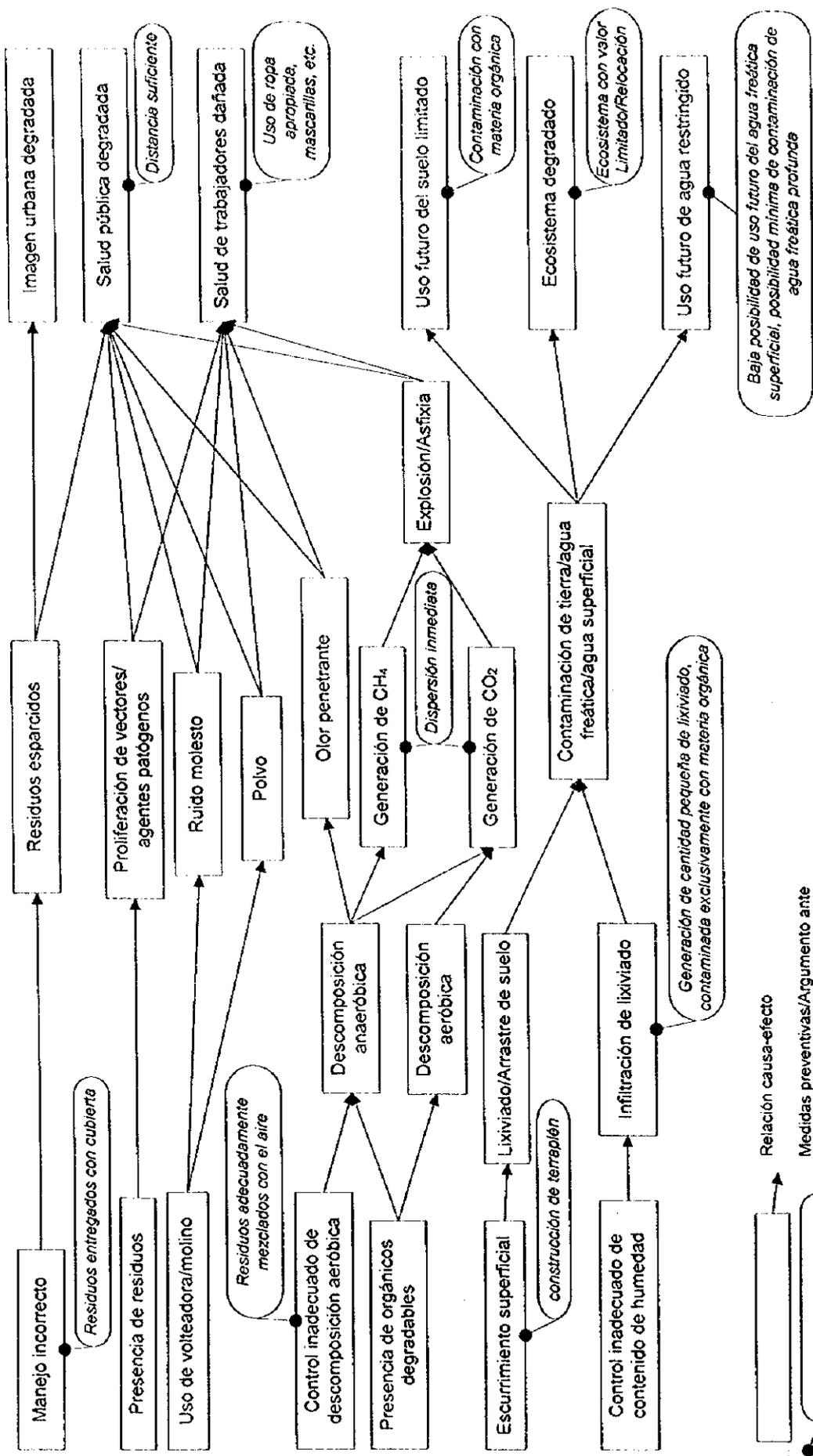


Figura 5-1: Relación de Causa-Efecto (Proyecto para Planta de Compostaje)

5.1 Medidas Preventivas

5.1.1 Uso de Lona sobre los Residuos Entregados

Efecto: Entrega de residuos de manera sanitaria

Se asegura con: Supervisión de operación e instrucciones a los trabajadores.

Continuará el uso de lonas sobre los residuos sobre el trailer durante su entrega, tal y como lo practica hasta ahora la DGSU. La experiencia de esta última sugiere que este método funciona de manera satisfactoria para evitar la dispersión de los residuos.

Se verificarán de manera rutinaria la ejecución de esta práctica, y se revisarán las lonas para ver si tienen hoyos o roturas. Se instruirá a los trabajadores para que sigan esta regla al momento de la entrega de residuos.

5.1.2 Distancia de Posibles Afectados por Impactos

Efecto: Prevención de impactos sobre moradores adyacentes, protección de instalaciones públicas

Se asegura con: Supervisión por parte de ingenieros calificados en el procedimiento de diseño e instrumentación.

La ubicación del relleno permite conservar una distancia de tres grupos receptores de impactos anticipados: moradores, transeúntes e instalaciones públicas.

La población más cercana se encuentra en el municipio de Ecatepec, aproximadamente a 0.5 km. del sitio. Esta distancia reducirá de manera significativa los posibles impactos sobre su salud, incluyendo olores ofensivos y fauna nociva a un nivel aceptable.

El diseño también considera una distancia de por lo menos 60m a partir de las instalaciones públicas, como el canal Brazo Izquierdo Río Churubusco, que de otra manera se vería afectado por la presión de la carga de residuos y la plataforma.

5.1.3 Separación de Residuos Orgánicos

Efecto: Prevenir la contaminación del agua y el suelo con contaminantes.

Se asegura con: Instrucciones a los generadores de residuos y monitoreo de impurezas en la composta.

Los residuos orgánicos se recolectarán separados dentro del subsistema y se entregarán en la planta, con la contribución de los generadores de residuos, quienes recibirán instrucciones de descargar los residuos orgánicos de manera separada de otros. Como resultado del acuerdo entre el GDF y la Sección 1, la recolección de residuos orgánicos dentro del subsistema estará bajo el control del GDF.

La composta se sujetará a pruebas regulares de calidad, mediante las cuales se verificará la presencia de impurezas no deseadas (como metales pesados). Cuando la

calidad del producto sea no satisfactoria y se atribuya a la insuficiente recolección separada, se reiterarán las instrucciones a dichos generadores de residuos.

5.1.4 Control del Flujo de Vehículos

Efecto: Prevención de accidentes de tránsito.

Se asegura con: Monitoreo del flujo de vehículos.

Las señales de tránsito a lo largo del Periférico, para llamar la atención de los conductores en general sobre el movimiento de tractocamiones de residuos, facilitará el cruce de carriles por parte de éstos y minimizará los accidentes de tráfico.

Se instruirá a los conductores de estos vehículos sobre los letreros para entrar con seguridad y abandonar la planta. Dentro de la planta, se les pedirá no sólo con los señalamientos, sino mediante los gerentes del sitio, dirigirse a posiciones apropiadas en ocasiones específicas.

Los gerentes del sitio pondrán atención al flujo de vehículos, para detectar las posibilidad de accidentes de tránsito.

5.1.5 Control de Operación

Efecto: Control de vectores/agentes patógenos, menor olor y prevenir la contaminación del agua.

Se asegura con: Monitoreo de la humedad y la temperatura (monitoreo de CO₂ como opción).

Para confirmar si se lleva a cabo la descomposición aeróbica, se medirá de manera regular la temperatura y la humedad. Como se describe en el Capítulo 4, se prevendrán problemas de proliferación de vectores/agentes patógenos, olores penetrantes y contaminación derivada de lixiviados mediante la descomposición aeróbica.

El monitoreo de la humedad y la temperatura serán suficientes para verificar la descomposición aeróbica, pero puede ser necesario cierto nivel de experiencia. Durante el proyecto piloto se decidirá si se realiza de manera complementaria la medición periódica de O₂ dentro de las pilas.¹

5.1.6 Protección de la Fauna

Efecto: Protección de las especies de fauna con valor ecológico.

Se asegura con: Supervisión por parte de personal experimentado sobre el diseño e instauración de planes para protección de la fauna.

Las aves registradas en la NOM-059-ECOL-1994 podrán salir del sitio del proyecto. Si no se observaran de manera directa, pero se encontraran otras especies animales de la lista en el sitio antes de su instrumentación, estas especies serán capturadas y sacadas del sitio del proyecto y de su área de influencia.

¹ En la práctica, se mide la concentración de CO₂ por ser conveniente. Ya que la concentración de O₂ en el aire es de aproximadamente 21%, el nivel en la pila se calcula restando la concentración de CO₂ al nivel de 21%. Como regla general, el O₂ no debe ser menor de 10%.

Durante la operación, se darán instrucciones al personal que trabaje en el relleno sanitario para que no molesten, maltraten, maten o perturben la vida silvestre dentro de la propiedad o a lo largo de la vía de acceso.

Personal experimentado dirigirá este plan de protección para asegurar su eficiencia.

5.1.7 Terraplenes

Efecto: Protección de la planta, mejora estética

Se asegura con: Supervisión por parte de ingenieros expertos sobre el diseño e instauración para la construcción y funcionamiento de terraplenes.

Se construirán terraplenes para proteger a la planta de inundaciones, evitar escorrentías dentro del canal, además de atenuar la visibilidad de la misma.

Su construcción será manejada por ingenieros experimentados, siguiendo el diseño estipulado para dicho propósito.

5.1.7 Reforestación

Efecto: Evitar la pérdida de suelo en los terraplenes, mejoramiento visual del área.

Se asegura con: Supervisión por parte de personal capacitado sobre planes de reforestación y su instrumentación.

Se plantarán árboles en las pendientes externas de los terraplenes. Igualmente, se atenuará la visibilidad de la planta, se reducirán los olores y el ruido, y se mejorará el aspecto del área.

El plan de reforestación se ejecutará bajo la supervisión de personal experimentado.

5.1.8 Control del Acceso

Efecto: Prevención de accidentes.

Se asegura con: Instrucciones a los guardias e inspección de los letreros.

Se restringirá el acceso al público en general mediante los vigilantes y los letreros en la entrada de la vía de acceso. Esta tarea se instruirá a los guardias y los letreros se revisarán regularmente para asegurarse de que son visibles para las personas.

5.1.9 Vigilancia de la Seguridad

Efecto: Prevención de riesgos a los trabajadores.

Se asegura con: Instrucciones a los trabajadores y a los supervisores del sitio.

Se instruirá a los trabajadores en la operación de la planta, en particular para el movimiento de maquinaria y su operación.

También se instruirá a los trabajadores para que utilicen ropas apropiadas para protegerse de lesiones, polvo, olores penetrantes, vectores/agentes patógenos y muchos otros riesgos a la salud en el relleno. Dichas ropas incluirán guantes, mascarillas y botas.

Parte A

Capítulo 6

Conclusiones

6 Conclusiones

Los capítulos anteriores trataron los beneficios que acarrearía el proyecto, su importancia para la sociedad urbana y la influencia anticipada de las modificaciones en el ambiente natural y socioeconómico.

Al concluir la evaluación del impacto, debe remarcarse que **el impacto está en función de las características de los receptores y del tipo de actividades**. Si los receptores son vulnerables o sensibles, pueden ser afectados sin importar qué tan pequeñas sean las actividades que se realicen, y viceversa. Por lo tanto, no se pueden evaluar los impactos visualizando una sola perspectiva: se deben considerar tanto las características de los receptores como el tipo de actividades.

En este caso, los receptores están representados por el ambiente, la población y la sociedad metropolitana. Se reflejó la vulnerabilidad o resistencia del ambiente en el sitio mediante la descripción del estado actual del ambiente. Se infirió que el sitio no es particularmente susceptible a la intervención humana. La población que pudiera recibir algún impacto se encuentra a distancia del sitio, lo que reduce su vulnerabilidad, además del efecto del terraplén y la plantación de árboles. Ya que todos los miembros de la sociedad metropolitana producen residuos, el proyecto influirá directamente en esta última.

Por otro lado, respecto a las actividades en el sitio, se considera que el rango de influencia negativa de éstas es bajo, ya que involucran una serie de acciones preventivas en contra de estos efectos adversos, tales como el establecimiento de un área de amortiguamiento con terraplenes y árboles alrededor de la planta, medidas para el manejo del sitio, así como la instauración de controles operativos para minimizar las amenazas a la salud humana y los riesgos de la contaminación ambiental en el sitio y su área de influencia. Con esto, se elimina substancialmente el impacto negativo sobre el ambiente y los individuos, además que mediante el uso de la composta se beneficia al ambiente, todo lo cual resulta en un impacto positivo. Por otro lado, el logro principal de la planta - es decir, la reducción de los residuos orgánicos -, cubre perfectamente la necesidad de la sociedad.

En conclusión, el impacto resultado de las características de los receptores y el tipo de actividades no es negativo, sino que incluso beneficiaría al ambiente y a las personas, además de ser muy positivo para la sociedad.

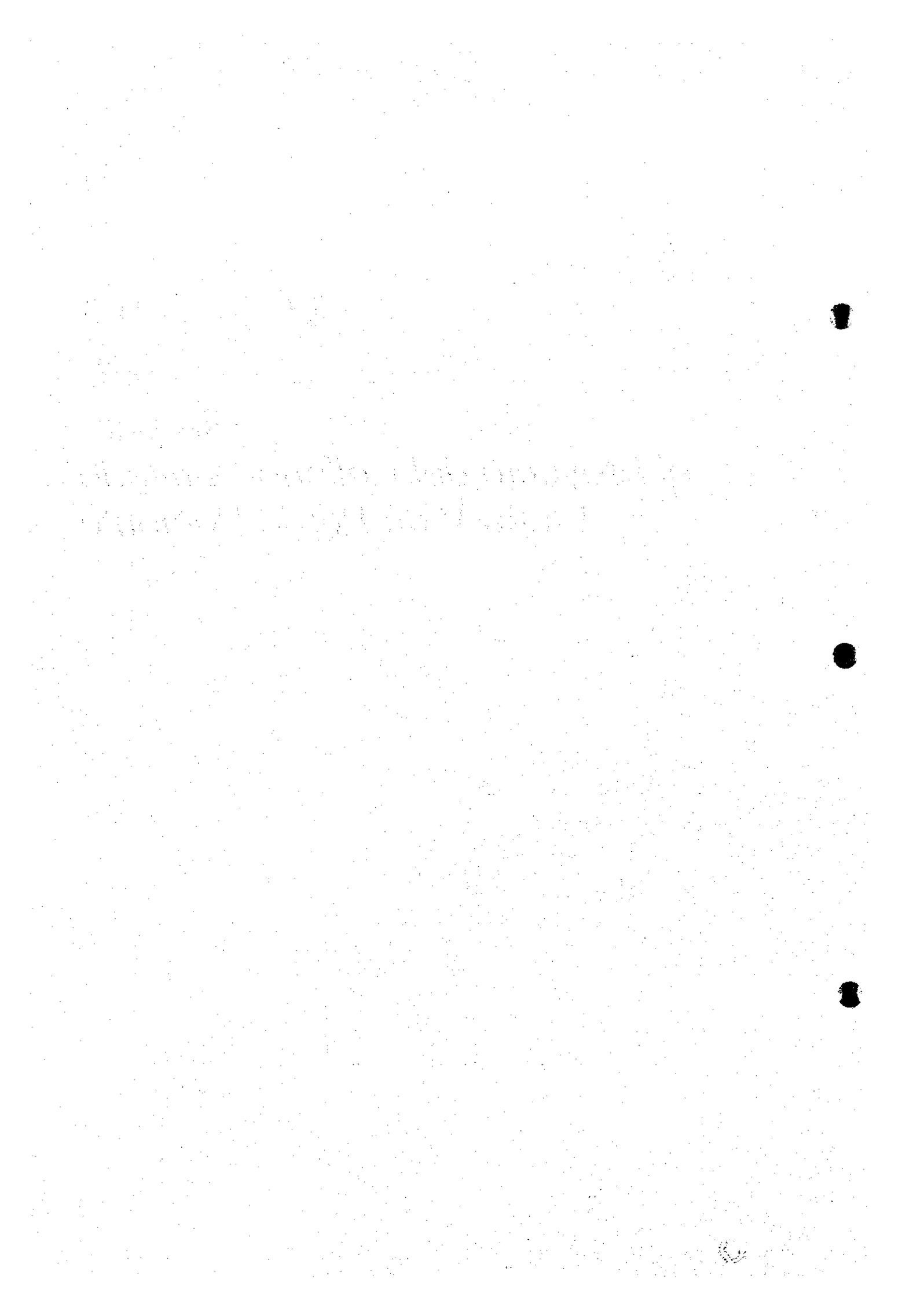
100

100

100

Parte B

*EIA para
el Proyecto del Relleno Sanitario
Etapa V de Bordo Poniente*



Indice

	Página
1 Descripción del Proyecto Propuesto	B-1-1
1.1 Antecedentes.....	B-1-1
1.2 Objetivos del Proyecto.....	B-1-3
1.3 Justificación del Proyecto.....	B-1-4
1.3.1 Justificación Legal.....	B-1-4
1.3.2 Justificación Social.....	B-1-7
1.4 Selección del Sitio.....	B-1-7
1.5 Estudios preliminares de campo.....	B-1-9
1.5.1 Estudios Bibliográficos.....	B-1-9
1.5.2 Visitas al Área Dentro y Fuera del Sitio.....	B-1-9
1.6 Uso Actual del Suelo.....	B-1-10
1.7 Descripción de los Trabajos.....	B-1-10
1.7.1 Resumen del Proyecto.....	B-1-10
1.7.2 Ubicación y Area del Terreno.....	B-1-12
1.7.3 Tipos de Residuos que serán Dispuestos.....	B-1-14
1.7.4 Parámetros Claves para Diseño.....	B-1-14
1.7.5 Capacidad del Relleno.....	B-1-14
1.7.6 Preparación del Sitio.....	B-1-16
1.7.7 Acceso.....	B-1-16
1.7.8 Esquema del Relleno.....	B-1-16
1.7.9 Manejo de Lixiviados.....	B-1-20
1.7.10 Manejo del Gas Generado en el Relleno.....	B-1-20
1.7.11 Manejo de la Escorrentía Superficial.....	B-1-20
1.7.12 Consideraciones Estéticas de Diseño.....	B-1-20
1.7.13 Medidas de Cierre y Post-cierre.....	B-1-21
1.7.14 Equipo del Relleno.....	B-1-21
1.7.15 Operación.....	B-1-21
1.8 Secuencia de Construcción de Bordo Poniente Etapa V.....	B-1-21
2 Medio Natural y Socioeconómico	B-2-1
2.1 Medio Natural.....	B-2-1
2.1.1 Introducción.....	B-2-1
2.1.2 Area de Influencia.....	B-2-1
2.1.3 Climatología.....	B-2-1
2.1.4 Aire.....	B-2-18
2.1.5 Rasgos Geológicos y Geomorfológicos.....	B-2-20
2.1.6 Rasgos Biológicos.....	B-2-56
2.2 Medio Socioeconómico.....	B-2-78
2.2.1 Medio Socioeconómico en el Área de Beneficiarios.....	B-2-79

2.2.2 Ambiente Socioeconómico en Comunidades Vecinas.....	B-2-88
---	--------

3 Vinculación con las Normas y Regulaciones Sobre Uso del Suelo **B-3-1**

4 Identificación de Impactos Ambientales **B-4-1**

4.1 Ambiente Socioeconómico.....	B-4-4
4.1.1 Reubicación.....	B-4-4
4.1.2 Actividades Económicas.....	B-4-4
4.1.3 Transporte.....	B-4-4
4.1.4 Instalaciones Públicas.....	B-4-5
4.1.5 División de la Comunidad.....	B-4-5
4.1.6 Herencia Histórica/Patrimonio Cultural.....	B-4-6
4.1.7 Derechos del Agua/Derechos de Acceso.....	B-4-6
4.1.8 Salud Pública.....	B-4-6
4.1.9 Residuos (a partir del Proyecto).....	B-4-7
4.1.10 Accidentes/Riesgos.....	B-4-7
4.2 Ambiente Natural.....	B-4-11
4.2.1 Topografía y Geología.....	B-4-11
4.2.2 Erosión del Suelo.....	B-4-12
4.2.3 Agua Freática Subterránea.....	B-4-12
4.2.4 Condiciones Hidrológicas.....	B-4-13
4.2.5 Zona Costera.....	B-4-13
4.2.6 Flora y Fauna.....	B-4-13
4.2.7 Meteorología.....	B-4-15
4.2.8 Paisaje/Estética.....	B-4-15
4.3 Contaminación.....	B-4-15
4.3.1 Contaminación del Aire.....	B-4-15
4.3.2 Contaminación del Agua.....	B-4-16
4.3.3 Contaminación del Suelo.....	B-4-17
4.3.4 Ruido y Vibración.....	B-4-17
4.3.5 Hundimiento del Terreno.....	B-4-17
4.3.6 Olor.....	B-4-17

5 Medidas de Prevención y Mitigación para Impactos Anticipados y Programa de Monitoreo **B-5-1**

5.1 Medidas Preventivas.....	B-5-3
5.1.1 Uso de Lona sobre los Residuos Entregados.....	B-5-3
5.1.2 Distancia de Posibles Afectados por Impactos.....	B-5-3
5.1.3 Control del Acceso de Residuos.....	B-5-3
5.1.4 Control del Flujo de Vehículos.....	B-5-4
5.1.5 Letreros.....	B-5-4
5.1.6 Cubierta Diaria de Tierra.....	B-5-5
5.1.7 Impermeabilización.....	B-5-5
5.1.8 Tratamiento de Lixiviados.....	B-5-6
5.1.9 Control de Biogas.....	B-5-6
5.1.10 Protección de la Fauna.....	B-5-7

5.1.11 Reforestación.....	B-5-7
5.1.12 Control del Acceso.....	B-5-7
5.1.13 Vigilancia de la Seguridad.....	B-5-7
5.2 Programa de Monitoreo.....	B-5-8

6 Conclusiones

B-6-1

Lista de Cuadros

	Página
Cuadro 1-1: Delineamiento del P/M.....	B-1-1
Cuadro 1-2: Aspectos de la NOM-083-ECOL.....	B-1-8
Cuadro 1-3: Esquema del Diseño Conceptual para el Nuevo Relleno Propuesto.....	B-1-11
Cuadro 1-4: Cantidad de Residuos a ser Dispuesta en la Etapa V.....	B-1-14
Cuadro 1-5: Capacidad del Relleno de la Etapa V.....	B-1-15
Cuadro 2-1: Temperatura Promedio.....	B-2-3
Cuadro 2-2: Temperatura Máxima.....	B-2-5
Cuadro 2-3: Temperatura Mínima (°C) (1994-1997).....	B-2-7
Cuadro 2-4: Precipitación Total (mm).....	B-2-9
Cuadro 2-5: Lluvia Máxima en 24 Hrs.....	B-2-12
Cuadro 2-6: Evaporación Total (mm).....	B-2-13
Cuadro 2-7: Frecuencia Mensual de Elementos y Fenómenos Especiales (1).....	B-2-14
Cuadro 2-8: Frecuencia Mensual de Elementos y Fenómenos Especiales (2).....	B-2-14
Cuadro 2-9: Vientos Dominantes y Velocidad Media.....	B-2-15
Cuadro 2-10: Promedio Diario de Dirección y Velocidad de Vientos Dominantes de los Meses de Julio y Agosto.....	B-2-16
Cuadro 2-11: Velocidad Max. del Viento y su Dirección.....	B-2-17
Cuadro 2-12: Mantos y Refractores Determinados en la Línea Base.....	B-2-33
Cuadro 2-13: Refracción sísmica realizada por CFE 1987.....	B-2-34
Cuadro 2-14: Integración de la geofísica realizada por CFE (1987) y LESSER y Asociados, S.A. (1988).....	B-2-37
Cuadro 2-15: Características de las Unidades Geoeléctricas.....	B-2-38
Cuadro 2-16: Características del Suelo.....	B-2-40
Cuadro 2-17: Caracterización Físicoquímica del Suelo.....	B-2-40
Cuadro 2-18: Características del Suelo en la Etapa V.....	B-2-42
Cuadro 2-19: Resultados del Análisis del Muestreo de Suelo Superficial.....	B-2-44
Cuadro 2-20: Resultados del Análisis del Muestreo de Agua Superficial.....	B-2-48
Cuadro 2-21: Parámetros Hidráulicos (Rudolph).....	B-2-49
Cuadro 2-22: Parámetros hidráulicos (Zacuala y Arias).....	B-2-50
Cuadro 2-23: Información de los pozos. Comisión del Lago de Texcoco.....	B-2-52
Cuadro 2-24: Información de los pozos. Gerencia de aguas del Valle de México.....	B-2-52
Cuadro 2-25: Información de los pozos. Comisión Estatal de aguas y saneamiento.....	B-2-53
Cuadro 2-26: Concentraciones de iones.....	B-2-55
Cuadro 2-27: Análisis de aguas.....	B-2-55
Cuadro 2-28: Resultados del Análisis de Muestras del Agua Freática.....	B-2-55
Cuadro 2-29: Valores de Cobertura para Cada Una de las Especies Registradas sobre la Línea Canfield.....	B-2-58

Cuadro 2-30: Listado Florístico del Área de Estudio	B-2-63
Cuadro 2-31: Ubicación de las Especies Vegetales en las Diferentes Localidades de Estudio	B-2-65
Cuadro 2-32: Lista de Especies de Vertebrados Terrestres Registradas en el Área del "Relleno Sanitario Bordo Poniente Etapa V"	B-2-69
Cuadro 2-33: Lista de Especies de Vertebrados Terrestres en la Zona del Proyecto, Producto del Trabajo de Campo y Recopilación Bibliográfica	B-2-72
Cuadro 2-34: Registros de Especies para el Estado de México y la Zona de Estudio	B-2-75
Cuadro 2-35:	B-2-75
Cuadro 2-36: Especies de Interés Cienético Presentes en la Zona.....	B-2-76
Cuadro 2-37: Especies Amenazadas y/o en Peligro de Extinción	B-2-77
Cuadro 2-38: Número de Especies por Categoría.....	B-2-77
Cuadro 2-39: Especies Detectadas en Campo, Bajo Alguna Categoría que Establece la NOM - 059- ECOL- 1994	B-2-78
Cuadro 2-40: Población Estimada en el DF.....	B-2-80
Cuadro 2-41: Densidad Poblacional en el DF.....	B-2-82
Cuadro 2-42: Modos de Transporte	B-2-83
Cuadro 2-43: Alumnos Inscritos, Personal Docente, Número de Escuelas y Aulas en el DF (1995-96).....	B-2-84
Cuadro 2-44: Parques Nacionales Area Metropolitana de la Ciudad de Mexico	B-2-85
Cuadro 2-45: Participación Porcentual de la ZMVM en el PIB del País por Sectores.....	B-2-86
Cuadro 2-46: PEA por Rama de Actividad.....	B-2-87
Cuadro 2-47: Indicadores Socioeconómicos en los Municipios Vecinos (1995)	B-2-88
Cuadro 2-48: Población en el Municipio de Nezahualcóyotl	B-2-89
Cuadro 2-49: Pirámide de edades por grupo de edad y sexo en Nezahualcóyotl	B-2-89
Cuadro 2-50: Distribución Porcentual de la Población de 12 Años y Más en Nezahualcóyotl	B-2-90
Cuadro 2-51: Tasas de Natalidad y Mortalidad en Nezahualcóyotl y el Estado de México	B-2-90
Cuadro 2-52: Edad de la Madre y Promedio de Hijos en Nezahualcóyotl	B-2-90
Cuadro 2-53: Nivel de Empleo y Subempleo	B-2-91
Cuadro 2-54: Población Económicamente Activa y Sector.....	B-2-91
Cuadro 2-55: Carreteras en Nezahualcóyotl	B-2-92
Cuadro 2-56: Vehículos en Nezahualcóyotl	B-2-92
Cuadro 2-57: Energía Eléctrica en Nezahualcóyotl	B-2-92
Cuadro 2-58: Servicio Postal en Nezahualcóyotl	B-2-92
Cuadro 2-59: Servicio Telefónico en Nezahualcóyotl.....	B-2-92
Cuadro 2-60: Comparación de Algunos Indicadores de Infraestructura con el Estado de México	B-2-93
Cuadro 2-61: Servicios de Salud en Nezahualcóyotl.....	B-2-93
Cuadro 2-62: Uso de Suelo.....	B-2-95
Cuadro 2-63: Población en Ecatepec	B-2-100
Cuadro 2-64: Pirámide de Edades por Grupo de Edad y Sexo	B-2-101
Cuadro 2-65: Distribución Porcentual de la Población de 12 Años y Más en Ecatepec	B-2-101
Cuadro 2-66: Edad de la Madre y Promedio de Hijos en Ecatepec.....	B-2-101

Cuadro 2-67: Tasas de Natalidad y Mortalidad en Nezahualcóyotl y el Estado de México	B-2-102
Cuadro 2-68: Nivel de Empleo y Subempleo	B-2-103
Cuadro 2-69: Población Económicamente Activa y Sector	B-2-103
Cuadro 2-70: Distribución de la Población con Empleo por Sector	B-2-103
Cuadro 2-71: Distribución del Empleo en Fábricas	B-2-104
Cuadro 2-72: Carreteras en Ecatepec	B-2-104
Cuadro 2-73: Vehículos en Ecatepec	B-2-104
Cuadro 2-74: Energía Eléctrica en Ecatepec	B-2-104
Cuadro 2-75: Servicio Postal en Ecatepec	B-2-105
Cuadro 2-76: Servicio Telefónico en Ecatepec	B-2-105
Cuadro 2-77: Comparación de Algunos Indicadores de Infraestructura con el Estado de México	B-2-105
Cuadro 2-78: Servicios de Salud en Ecatepec	B-2-106
Cuadro 2-79: Infraestructura Deportiva en Ecatepec	B-2-106
Cuadro 2-80: Uso de Suelo	B-2-107
Cuadro 2-81: Tipos de Ganado	B-2-107
Cuadro 4-1: Posible Impacto por un Proyecto de MRS	B-4-2
Cuadro 4-2: Condiciones del Subsuelo	B-4-9
Cuadro 4-3: Duración del Asentamiento	B-4-9
Cuadro 5-1: Programa para Monitoreo	B-5-9

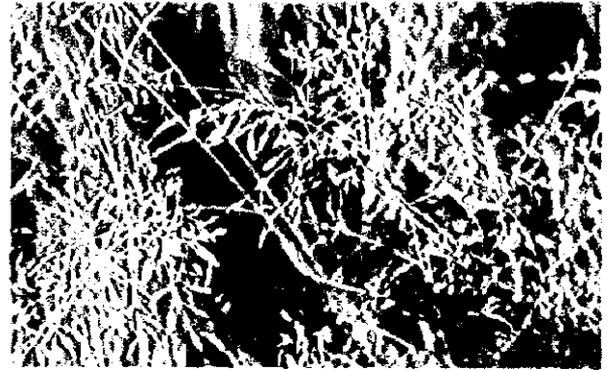
Lista de Figuras

	Página
Figura 1-1: Ubicación del Proyecto	B-1-13
Figura 1-2: Curva de Altura vs. Volumen (Etapa V)	B-1-15
Figura 1-3: Esquema del Relleno de la Etapa V	B-1-18
Figura 1-4: Instalaciones para Controlar el Transporte de Residuos	B-1-19
Figura 1-5: Plano de Planta del Primer Nivel (0 mt. de elevación)	B-1-28
Figura 1-6: Plano de Planta del Segundo Nivel (8 mt. de elevación)	B-1-29
Figura 1-7: Plano de Planta del Tercer Nivel (16 mt. de elevación)	B-1-30
Figura 1-8: Plano de Planta del Relleno Terminado	B-1-31
Figura 1-9: Sección Transversal A-A'	B-1-32
Figura 1-10: Sección Transversal de los Caminos	B-1-33
Figura 2-1: Temperatura Promedio (°C) (1994-1997)	B-2-4
Figura 2-2: Temperatura Máxima (°C) (1994-1997)	B-2-6
Figura 2-3: Humedad Relativa (%) (1994-1997)	B-2-8
Figura 2-4: Precipitación Promedio (mm) (1994-1997)	B-2-10
Figura 2-5: Número de Eventos de Inversión Térmica	B-2-19
Figura 2-6: Visión General de la Cuenca del Valle de México	B-2-22
Figura 2-7: Ubicación del Líneas Sísmicas	B-2-31
Figura 2-8: Exploración Sísmica - Perfiles de Refracción	B-2-32
Figura 2-9: Geofísica Eléctrica	B-2-35
Figura 2-10: Ubicación del Sondeos Eléctricos Verticales	B-2-36
Figura 2-11: Ubicación de las Muestras de Suelo	B-2-43
Figura 2-12: Ubicación de los Ríos	B-2-46
Figura 2-13: Puntos de Muestreo de Agua Superficial	B-2-48

Figura 2-14: Sección Estratigráfica del Sistema Acuífero del antiguo Lago de Texcoco.....	B-2-50
Figura 2-15: Ubicación de los Pozos	B-2-54
Figura 2-16: Ubicación del Estudio sobre Flora y Fauna	B-2-60
Figura 2-17: Composición Florística por Estratos	B-2-65
Figura 4-1: Asentamiento del Subsuelo.....	B-4-10
Figura 5-1: Relación de Causa - Efecto (Proyecto de Relleno Etapa V)	B-5-2



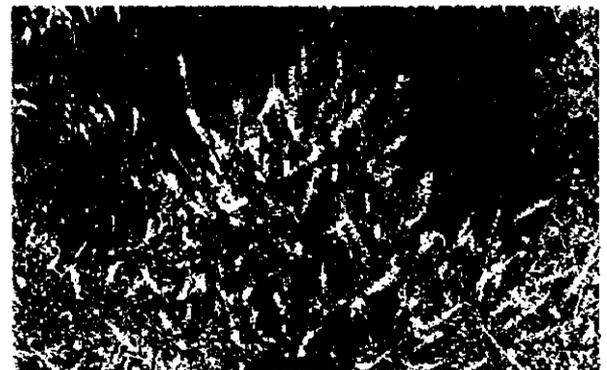
Bordo Poniente Etapa V
Present View/Vista Actual



Gramínea
Sporobolus pyramidatus



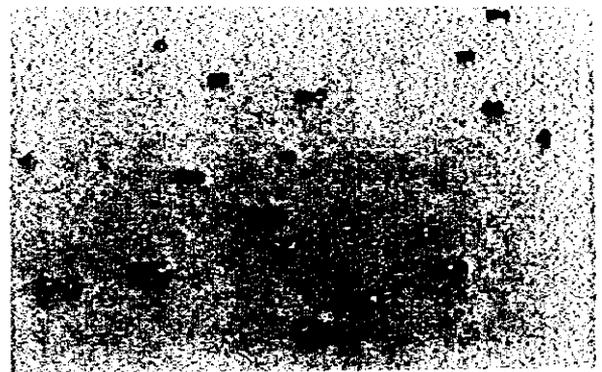
Tamarix juniperina
Reforested area/Area Reforestada



Melilotus albus, *Baccharis glutinosa*,
Tamariz juniperina



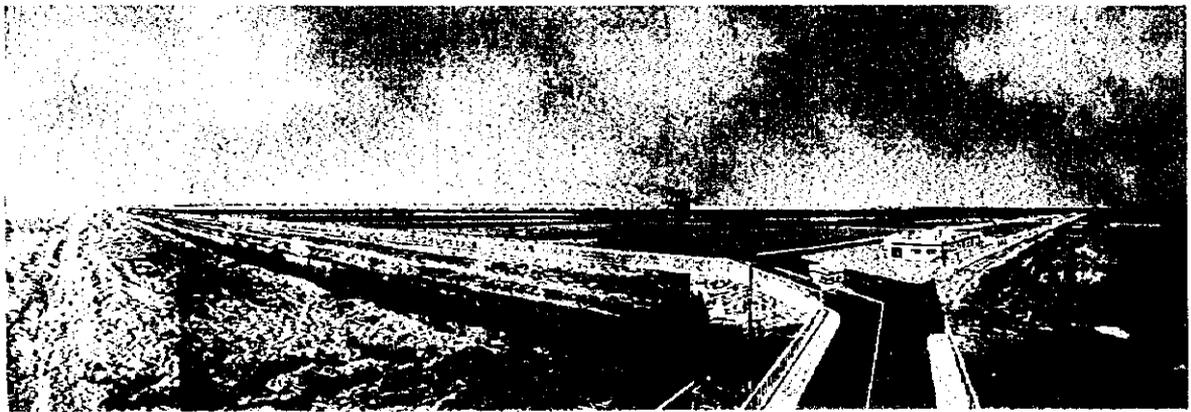
Garza/Heron
Egretta thula



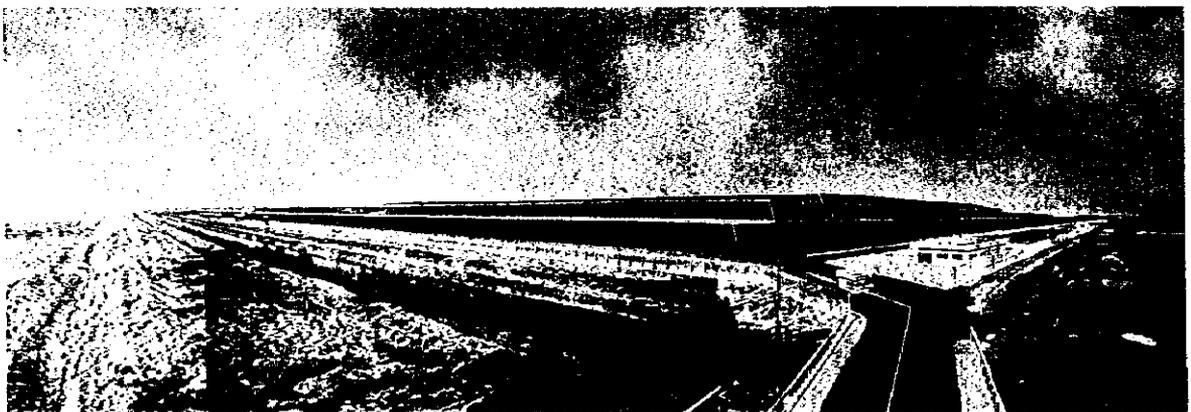
Pato/Duck
Anas clypeata



Vista Actual del Nuevo Relleno (Etapa V)



Vista Proyectada del Nuevo Relleno (Etapa V) para el año 2002

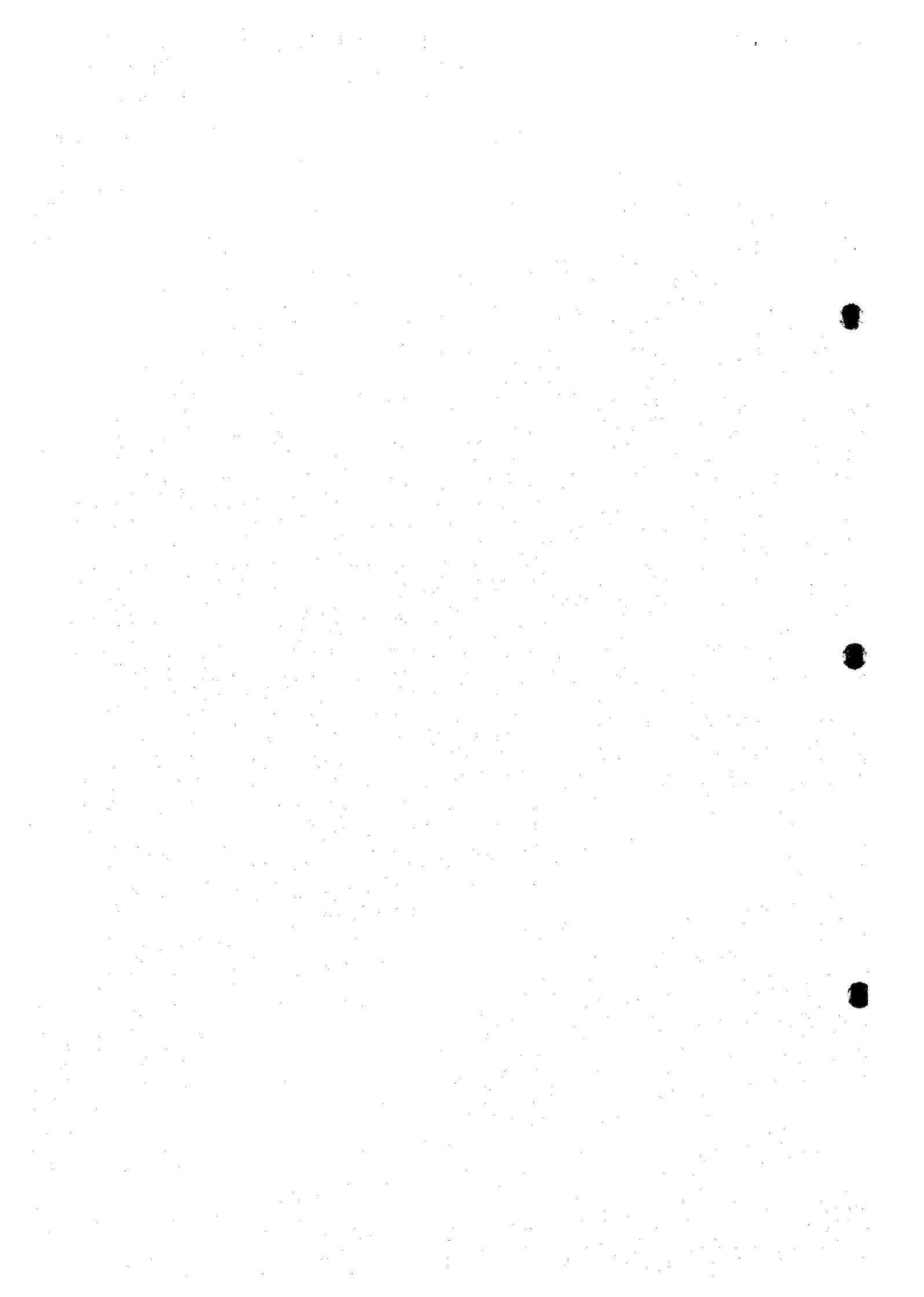


Vista del Nuevo Relleno (Etapa V) después de su cierre

Parte B

Capítulo 1

Descripción del Proyecto Propuesto



1 Descripción del Proyecto Propuesto

De acuerdo con la normatividad vigente publicada por la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, "El relleno sanitario es el método de ingeniería recomendado para la disposición final de los residuos sólidos municipales, los cuales son depositados en el terreno, previamente impermeabilizado, éstos residuos son esparcidos y compactados y son cubiertos con una capa de tepetate al término de las operaciones del día". El proyecto propuesto aquí se concentra en establecer lo que es en sí este relleno sanitario.

En el Distrito Federal se generan diariamente más de 11,000 toneladas de residuos, la mayor parte de los cuales son dispuestos en un solo sitio determinado para el confinamiento de los residuos municipales. Este lugar es el relleno sanitario de Bordo Poniente Etapa IV, ubicado en el área federal del antiguo Lago de Texcoco.

La necesidad de desarrollar un nuevo relleno, denominado Bordo Poniente Etapa V, se deriva del hecho que Bordo Poniente Etapa IV funcionará únicamente hasta inicios del año 2001. Aunque se propone la expansión vertical de la esta última etapa para prolongar su vida útil cinco años más, esto no es suficiente para continuar el servicio de MRS, el cual no puede interrumpirse. Por otro lado, debido a la compresibilidad del terreno de Bordo Poniente, se recomienda el uso alternado de dos rellenos para realizar de manera apropiada el depósito de los residuos.

La Etapa V empleará un método de relleno sanitario con los mejores métodos de ingeniería disponibles y prácticos para confinar de manera segura los residuos sólidos.

1.1 Antecedentes

El proyecto de la Etapa V se instaurará conforme al alcance del P/M, cuyo año meta es el año 2010. Ya que la disposición d residuos es solo uno de los componentes de todo el sistema de MRS, sus requisitos y condiciones dependen directamente del P/M. En consecuencia, el delineamiento del P/M es como sigue.

Cuadro 1-1: Delineamiento del P/M

		Datos de 1997	Fase 1 (1999 - 2001)	Fase 2 (2002 - 2004)	Fase 3 (2005 - 2010)
Población		8,610,000	8,654,000-8,747,000	8,796,000-8,896,000	8,946,000-9,206,000
Cantidad de residuos generados (ton/año)					
Hogares		1,926,000	1,946,000-1,965,000	1,976,000-1,998,000	2,009,000-2,072,000
Comercios		1,210,000	1,217,000-1,223,000	1,229,000-1,236,000	1,244,000-1,267,000
Servicios		636,000	642,000-649,000	652,000-657,000	659,000-669,000
Especiales		130,000	131,000-134,000	134,000-136,000	136,000-140,000
Otros		267,000	268,000-270,000	271,000-275,000	276,000-282,000
Total		4,169,000	4,204,000-4,241,000	4,262,000-4,302,000	4,324,000-4,430,000
Descarga/Almacenamiento					
	Subsistema		Introducción de la separación en fuente	Introducción de la separación en fuente	Mantener la separación en fuente
	Delegación	Mixta	Mixta	Introducción de la separación en fuente	Introducción de la separación en fuente
Recolección					
Cantidad (ton/año)	Subsistema		853,000-858,000	861,000-867,000	870,000-881,000
	Delegación	4,169,000	3,293,000-3,325,000	3,342,000-3,376,000	3,395,000-3,485,000

		Datos de 1997	Fase 1 (1999 - 2001)	Fase 2 (2002 - 2004)	Fase 3 (2005 - 2010)
Método	Subsistema		Introducción de la separación en fuente	Introducción de la separación en fuente	Mantener la recolección separada
	Delegación	Mixta	Mixta	Introducción de la recolección separada	Introducción de la recolección separada
Estación de Transferencia y de Transporte					
Estación de Transferencia y de Transporte			<ul style="list-style-type: none"> • Instalación de básculas en cada estación. • Uso de un solo formato para la recopilación de datos 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecimiento de transportes de monitores y sistemas de control (para 5 flujos¹) basados en medidas de los pesos de entrada y salida. • Distribución eficiente del transporte por parte del sistema de monitoreo y control 	
Cantidad de Transferencia (ton/año)		3,123,000	3,725,000-3,757,000	3,776,000-3,812,000	3,830,000-3,922,000
Costo de O/M (US/año)		43,547,000	51,911,000 - 52,387,000	52,652,000 - 53,154,000	53,405,000-54,688,000
Tratamiento Intermedio					
Planta de Selección			<ul style="list-style-type: none"> • Experimentación de la modificación de operaciones para incorporar un objetivo orientado a la cantidad recogida. • Experimentación con "sistemas de almacenaje" para los materiales recuperados y hacer frente a los precios de mercado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentación del control de las operaciones con 2 objetivos: <ul style="list-style-type: none"> - utilidades orientadas en lo recolectado; - recolección cuantitativa • Establecimiento de un "sistema de almacenaje" para los materiales recuperados para ganar con las fluctuaciones de los precios de mercado, a partir de los resultados de los experimentos 	<ul style="list-style-type: none"> • Instrumentación del control de operación con el objetivo principal de una "orientación cuantitativa de recolección". • Utilización del "sistema de almacenaje" óptimo para los materiales recuperados y afrontar las fluctuaciones de los precios del mercado.
Cantidad ingresada (ton/año)	Mixta	1,794,000	1,650,000-1,546,000	1,288,000- 725,000	567,000 - 0
	Reciclables	-	0 - 98,000	210,000-438,000	504,000-844,000
Cantidad de Reciclables (t/año)		182,000	166,000 - 224,000	277,000-380,000	409,000-591,000
Tasa de Recuperación (%)		10.0	10.0-13.6	18.5-32.7	38.2-70.0
Costo de O/M (1,000 US)		11,232	10,565 - 10,537	9,857 - 8,296	7,867 - 6,809
Planta de Compostaje		-	Diseño y construcción	Inicio de operaciones	Operación y mantenimiento
Cantidad ingresada (ton/año)		-	-	253,000 - 424,000	425,000 - 431,000
Cantidad de Producción de Composta (ton/año)		-	-	34,000 - 57,000	57,000 - 58,000
Inversión (US)		-	3,959,000	1,345,000	1,334,000
Costo de O/M (US/año)		-	0 - 33,000	1,185,000 - 1,343,000	1,343,000 - 1,343,000
Disposición Final					

¹ 5 flujos se refieren a los flujos actuales de residuos (de las estaciones de transferencia a las P/S, de las estaciones de transferencia a los sitios de disposición final y de las P/S a los sitios de disposición final) y los flujos adicionales de las estaciones de transferencia al N11 y del N11 al sitio de disposición final.

		Datos de 1997	Fase 1 (1999 - 2001)	Fase 2 (2002 - 2004)	Fase 3 (2005 - 2010)
Sitio de Disposición Final		BP "Etapa IV" Santa Catarina	Expansión vertical de BP "Etapa IV" Diseño y construcción de BP "Etapa V"	Operación de BP "Etapa V"	Operación de BP "Etapa IV" y "Etapa V"
Cantidad de Disposición (ton/año)	GDF	3,489,000	3,619,000-3,592,000	3,325,000-3,101,000	3,089,000-2,994,000
	Fdo. De México	262,000	284,000	284,000	284,000
	Total	3,751,000	3,903,000-3,876,000	3,609,000-3,385,000	3,373,000-3,278,000
Inversión (US\$)		-	12,708,000	-	-
Costo de O/M (US\$/año)	Borbo Peniente	9,925,694	8,570,000 (2001)	9,400,000 (2003)	4,072,000 (2005)
	Santa Catarina	?	-	-	-
Otros					
Barrido de calles	Longitud (km/día)	1,273.4	1,285-1,296	1,303-1,316	1,323-1,357
	Costo de O/M (US\$/año)	3,293,000	3,323,000-3,352,000	3,369,000-3,403,000	3,421,000-3,509,000

Respecto a la disposición final, se deben recordar los siguientes puntos.

- Se instrumentará la recolección separada para los residuos que se generen en el subsistema, para promover el reciclaje efectivo y la producción de composta a partir de residuos orgánicos.
- En consecuencia, se espera la reducción de la cantidad de disposición en el relleno.
- Los rellenos Etapa V (que se propone en este informe) y la Etapa IV, el cual se ampliará de manera vertical, se utilizarán de manera alternada cada dos o tres años, para permitir que el suelo se compacte y se estabilice.

1.2 Objetivos del Proyecto

El objetivo primordial del proyecto es la **disposición de los residuos, que requiere un gran esfuerzo y que nunca debe perderse de vista. El GDF debe ejecutar el método más apropiado dentro de su jurisprudencia conforme a métodos de ingeniería, finanzas y administrativos; todo lo anterior sin causar algún tipo de impacto ambiental.**

Debe acentuarse que este proyecto es uno de los componentes esenciales del Plan Maestro (P/M) del Manejo de Residuos Sólidos (MRS) en el DF, que fue preparado por el equipo de JICA para la DGSU. A continuación se muestran los objetivos del P/M, en los cuales se concentra en consecuencia el proyecto de relleno.

- El mejoramiento de la salud pública y la reducción de riesgos a la salud dentro y en los alrededores de la ciudad, para promover el bienestar de los ciudadanos.
- La instrumentación, por parte del GDF, de servicios para el MRS sostenibles y de costo efectivo, mediante mejoras técnicas, institucionales, legislativas y un manejo apropiado.
- Lograr la conservación ambiental mediante el MRS, alentando la sensibilización pública respecto a los residuos, promoviendo la "reducción", "reciclaje" y "reuso" de los mismos y, de particular importancia para este proyecto, operando instalaciones para disposición que no dañen el ambiente.

Para alcanzar estos objetivos, se espera que el proyecto de relleno contribuya con lo siguiente.

- Continuar recibiendo residuos generados en el DF, así como los generados en algunos municipios del Estado de México hasta el año 2012.
- Mejorar el método de disposición final que emplea la DGSU, para evitar cualquier impacto inaceptable sobre el ambiente debido a la operación del relleno sanitario.
- Que el GDF, como responsable gubernamental de acuerdo con el Programa Nacional de Desarrollo Urbano 1995-2000, proporcione la infraestructura necesaria para una urbanización estable.

1.3 Justificación del Proyecto

En la Ciudad de México se generan aproximadamente 11,000 toneladas (ó 4.169 millones de toneladas por año en 1997) de residuos sólidos diariamente, las cuales es necesario recolectar, almacenar, transportar y disponer de la manera más adecuada a fin de evitar posibles impactos negativos en el hombre y su medio ambiente.

Como se sabe, los residuos sólidos son el resultado de las actividades que desarrolla el ser humano. Esta generación está influida principalmente por el nivel socioeconómico, los hábitos de consumo y la temporada del año. El equipo de JICA estima que la cantidad generada de residuos en el DF será de 4.430 millones de toneladas en el año 2010. Por lo tanto, en el período comprendido entre 1997 al año 2010, se calculó la tasa anual de generación de residuos promedio en 0.5%. El GDF enfrenta una gran reto para manejar tal volumen de residuos.

1.3.1 Justificación Legal

Partiendo del marco legal vigente, la Administración Pública del Distrito Federal tiene a su cargo el servicio de asco urbano, en donde se incluye la disposición final de los residuos sólidos. En materia de protección ambiental, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA) estipula en el Art. 9º que "Corresponden al Gobierno del Distrito Federal en materia de preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, conforme a las disposiciones legales que expida la Asamblea Legislativa del Distrito Federal las facultades a que se refieren los artículos 7º y 8º de esta Ley.

El artículo 7º fracción VI establece que el Distrito Federal tiene la siguiente facultad "La regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley".

En el artículo 8º se establece que tendrán las siguientes facultades: "La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad en el artículo 137 de la LGEEPA.

Asimismo, en el artículo 137 establecen que queda sujeto a autorización de los Municipios o del Distrito Federal, conforme a sus Leyes locales en la materia y a las normas oficiales mexicanas que resulten aplicables, el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reuso, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos municipales.

En La Ley Ambiental del Distrito Federal, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 9 de julio de 1996, en materia de manejo de residuos sólidos municipales y la prestación de servicios se establece:

Art. 15 Compete a la Secretaría del Medio Ambiente del D.F:

- XIV. En Coordinación con la Dirección General de Servicios Urbanos, prevenir y controlar la contaminación del suelo, así como la originada por la generación y manejo de residuos no reservados a la Federación
- XV. En coordinación con la Dirección General de Servicios Urbanos, establecer o autorizar el establecimiento de los sitios destinados al manejo de los residuos no reservados a la Federación, así como proponer la expedición de las disposiciones que regulen su manejo, observando las normas oficiales
- XXIII En coordinación con las demás autoridades competentes, observar y hacer cumplir las normas oficiales en la prestación de los servicios públicos, incluyendo los relacionados con el suministro de agua, drenaje y alcantarillado, tratamiento y reuso de aguas residuales, conservación de aguas pluviales, limpia, mercados y centrales de abasto, panteones, rastros tránsito y transportes locales;
- XXVIII. Regular, prevenir y controlar las actividades ambientalmente riesgosas no reservadas a la Federación;
- XXX. Participar con la Federación en el análisis, aprobación y aplicación de los programas de prevención y control de accidentes derivados de la realización de actividades altamente riesgosas para el ambiente en el Distrito Federal.
- XXXI. Participar, en el ámbito de sus atribuciones, en la regulación y aplicación de las medidas urgentes que se requieran para salvaguardar la integridad del ambiente, en caso de accidentes, fugas o derrames de materiales o residuos.

Artículo 16. El Distrito Federal participará en los términos establecidos por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y el Estatuto de Gobierno del Distrito Federal, en la planeación y ejecución de acciones coordinadas con la Federación, Estados y Municipios en las zonas conurbadas limítrofes con la Ciudad de México, en materias de protección al ambiente, preservación y restauración del equilibrio ecológico, para lo cual se podrán suscribir convenios para la creación de la Comisión correspondiente, en la que concurren y participan con apego a sus Leyes.

Artículo 18. A través de la Comisión se establecerán:

- I. Las bases para la celebración de convenios, en el seno de la Comisión, conforme a los cuales se acuerden los ámbitos territoriales

y de funciones respecto a la ejecución y operación de obras, prestación de servicios o realización de acciones en las materias indicadas en el Artículo 16.

Artículo 57. Están obligados a restaurar el suelo, subsuelo, acuífero y los demás recursos naturales afectados, quienes por cualquier causa los contaminen o deterioren, de acuerdo con la presente Ley y las normas oficiales.

Artículo 93. En materia de residuos y en los términos de las normas oficiales, las personas están obligadas a:

- I. Prevenir su generación;
- II. Minimizar la generación de los residuos que no puedan prevenirse;
- III. Reciclar o reusar los que se generen;
- IV. Tratarlos previamente a su disposición final, cuando no puedan reciclarse o reusarse, a fin de eliminar o minimizar su peligrosidad y volumen, y
- V. Disponer finalmente de los residuos tratados

Artículo 94. Se presume, salvo prueba en contrario, que son responsables de los daños y perjuicios que ocasionen los residuos, sus propietarios o poseedores, según corresponda. Las personas que manejan residuos se consideran poseedores durante el tiempo que los hayan tenido bajo su custodia o responsabilidad. La responsabilidad de los residuos no peligrosos corresponderá a la Administración Pública del Distrito Federal una vez recolectados por el servicio de limpia.

En el Decreto por el que se reforma el Reglamento Interior de la Administración Pública del Distrito Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1997, en su artículo 33, se señalan las atribuciones para la Dirección General de Servicios Urbanos en materia de manejo de los residuos municipales:

- Establecer en coordinación con las autoridades competentes, criterios y normas técnicas para las actividades de minimización, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final de desechos sólidos, restaurar sitios contaminados, así como establecer los sistemas de reciclamiento y tratamiento de desechos sólidos
- Realizar los estudios, proyectos y la construcción, conservación y mantenimiento de obras de infraestructura para el manejo de los desechos sólidos, estaciones de transferencia, plantas de selección y aprovechamiento, así como sitios de disposición final;
- Organizar y llevar a cabo el tratamiento y disposición final de los desechos sólidos, así como la operación de las estaciones de transferencia;
- Recibir las obras nuevas que requieran servicios urbanos y que ejecuten otras dependencias, unidades administrativas y órganos desconcentrados del Distrito Federal.

Con la realización de este proyecto, las entidades responsables del manejo de residuos sólidos, cumplen con lo establecido en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la Ley Ambiental del Distrito Federal,

1.3.2 Justificación Social

En segundo lugar, es posible hablar de una justificación de tipo social, ya que la obra proyectada pretende dar respuesta a una demanda generada por la necesidad de otorgar un servicio público adecuado a los habitantes del Distrito Federal y de algunos Municipios conurbados del Estado de México.

Ya se mencionó que actualmente se generan más de 11,000 toneladas de residuos sólidos diariamente en el Distrito Federal, y que cerca de 10,000 toneladas se depositan en el relleno sanitario de Bordo Poniente estos residuos sólidos municipales incluyen los domiciliarios, los de comercios, de espacios públicos, de mercados y algunos especiales (hospitalarios). La población beneficiada con la operación de esta obra asciende es considerable, dada la población del DF (8.5 millones) y el flujo de personas que entran al Distrito Federal a lo largo del día.

En este sentido, la satisfacción de la demanda del servicio requerido por la población se encuentra representada por esta cifra al inicio de la operación del relleno; sin embargo, la cantidad de residuos que es necesario disponer se incrementa en la medida que la población crece.

Los rellenos sanitarios han sido utilizados como sistema de disposición final de los residuos sólidos en el Distrito Federal desde hace ya aproximadamente diecisiete años y el presente proyecto denominado "Relleno Sanitario en el sitio denominado Bordo Poniente etapa V" permitirá aplicar la experiencia de las anteriores etapas de Bordo Poniente.

Actualmente, existen dos sitios de disposición final que reciben los residuos sólidos generados en el Distrito Federal; uno de ellos es el relleno sanitario Bordo Poniente Etapa IV, con una vida útil de un año, y el segundo es el de Santa Catarina, el cual llegó al final de su vida útil y se clausurará dentro de poco tiempo; sin embargo, en sentido estricto ya no se han depositado residuos en este último durante algún tiempo.

De igual manera, aunque el P/M también propone la expansión vertical de la Etapa IV para aumentar su capacidad, se necesita de manera forzosa un MRS sostenible para la sociedad del DF, y así encontrar otro sitio nuevo para relleno.

1.4 Selección del Sitio

El desarrollo de un sitio de disposición final representa un trabajo muy arduo debido a su escala y a los posibles riesgos relacionados con su operación, y también representa una "carga" para el medio ambiente que lo aloja, ya sea natural o socioeconómico. Aunque existen medidas técnicas para contrarrestar ciertos problemas e incertidumbres del mismo, son demasiado costosos para la sociedad y no pueden ser perfeccionados. Si se considera que un efecto ambiental es resultado de la interacción de las actividades causales y las características del receptor, vale la pena tomar en cuenta esto último o, en otras palabras, hasta qué punto el ambiente receptor es susceptible o resistente a los impactos causados supuestamente por el proyecto propuesto. Debe remarcarse que el término medio ambiente hace referencia al ambiente natural, social y económico. También debe recordarse que siempre debe buscarse la mitigación de los efectos negativos, la medida elemental de mitigación es evitar los efectos y la selección racional del sitio es una de las herramientas más prácticas y efectivas para evitarlos.

Debido a lo anterior, la NOM-083-ECOL-1996 fue promulgada; esta norma establece las condiciones que deben reunir los sitios destinados a la disposición final de los residuos sólidos municipales. Por lo tanto, se ha intentado en el siguiente cuadro hacer un análisis del sitio propuesto para la Etapa V, teniendo en consideración su cumplimiento con la norma anterior.

Cuadro 1-2: Aspectos de la NOM-083-ECOL

Puntos establecidos en la norma	Condiciones del sitio	Necesidad de medidas preventivas	Evaluaciones/ medida preventiva
Aspectos generales			
Se debe asegurar una distancia mínima de 3,000m de un aeropuerto en donde operen aviones de turbina	La distancia al aeropuerto es más cercano es de aproximadamente 10km.	No necesarias.	Medidas preventivas son innecesarias.
Se debe asegurar una distancia mínima de 1,500m de un aeropuerto en donde operen aviones con motor de pistones	La distancia al aeropuerto más cercano es de aproximadamente 10km.	No necesarias.	Medidas preventivas son innecesarias.
Se debe respetar el derecho de vía de caminos, vías de tren y caminos primarios y secundarios.	La autopista a Texcoco pasa a cerca de 1.0km al sur del sitio. Se utilizará para el transporte de los residuos.	Necesarias.	La vuelta en U debe ser ampliado para evitar influencia negativa cuando camiones recolectores entren y salgan del camino de acceso.
Los sitios no deben localizarse en áreas naturales protegidas.	El sitio no es un área protegida en la actualidad.	No es necesaria.	Medidas preventivas son innecesarias.
Se debe respetar el derecho de vía de las obras públicas federales, tales como la tuberías de petróleo y gas, torres de energía eléctrica, ductos de agua, etc.	Existe una tubería de gas instalada en la parte sud-oeste del sitio. Sin embargo, se encuentra en las afueras del mismo.	No es necesario.	Existe suficiente distancia hasta la tubería.
Se debe asegurar una distancia mínima de 1,500m a partir de uno de los bordes de un área habitacional.	El área habitacional más cercana está a 2.2km de la frontera oeste del sitio.	No es necesario.	Medidas preventivas son innecesarias.
Aspectos hidrológicos			
El sitio debe estar fuera de un terreno inundable con períodos de retomo de 100 años.	El sitio no está localizado en dicho terreno.	No es necesaria.	Medidas preventivas son innecesarias.
El sitio de disposición final de residuos sólidos municipales no se localizará en pantanos, ciénagas o similares.	El nivel del agua subterránea se encuentra a 0.7m de la superficie y el agua es salada. Empero, el sitio no es un pantano/ciénaga.	No es necesaria.	Medidas preventivas son innecesarias.
Se debe asegurar una distancia mínima de 1,000m de los cuerpos acuíferos superficiales con períodos de retorno de precipitación de 10 años.	El sitio está cerca del 'Dren Texcoco Norte', que es un drenaje de aguas residuales municipales. De manera tal que éste no constituye un cuerpo de agua superficial.	No es necesario.	Medidas preventivas son innecesarias.
Aspectos Geológicos			
El sitio debe localizarse a una distancia mínima de 60 metros de fallas activas.	Ninguna falla se observa en el sitio ni a 60 m. del lugar.	No es necesaria.	Medidas preventivas son innecesarias.
El sitio debe localizarse fuera de áreas con taludes inestables en donde puedan ocurrir movimientos de tierra.	El sub-suelo está formado por arcillas altamente compresibles de igual manera que en la Etapa IV.	Necesaria.	El talud debe tener suficiente inclinación para evitar fallas.

Puntos establecidos en la norma	Condiciones del sitio	Necesidad de medidas preventivas	Evaluaciones/ medida preventiva
Se deben evitar las zonas en las que puede haber un asentamiento severo que pueda ocasionar fracturas en la tierra y aumentar el riesgo de contaminación del acuífero.	El sub-suelo está formado por arcillas altamente compresibles de igual manera que en la Etapa IV.	Necesaria.	Debe ser instalada geomembrana para evitar contaminación del acuífero.
Aspectos Hidrogeológicos			
La tasa de infiltración a un acuífero debe ser menor de $3 \times 10^{-10} \text{ seg}^{-1}$.	El nivel del agua subterránea está a 0.7m bajo la superficie, pero no puede utilizarse como agua potable debido a su alta salinidad.	Necesaria.	Debe ser instalada geomembrana para prevenir infiltración de lixiviados en los alrededores.
La distancia mínima del sitio a pozos para extracción de agua para uso doméstico, industrial, irrigación y agropecuario que todavía operen o abandonados debe ser de 500m.	Existen aproximadamente 30 pozos que fueron utilizados para obtener sal en el sitio.	Necesario.	Se necesita remover el adorno del pozo y sellarlo apropiadamente.

Como conclusión, se considera que el proyecto cumple con la norma; con excepción de algunos aspectos, para los que medidas preventivas prácticas son tomadas en anticipación de consecuencias desfavorables.

1.5 Estudios preliminares de campo

Los estudios de campo que se desarrollaron para la elaboración de la presente evaluación de impacto ambiental consisten en lo siguiente. Mediante estos estudios, fue posible obtener los elementos necesarios para desarrollar el Capítulo 3, que describe el ambiente natural y socioeconómico.

1.5.1 Estudios Bibliográficos

El área del ex Lago de Texcoco ha sido estudiada por su geografía, hidrogeografía, ecología y por otros aspectos científicos, debido particularmente a su historial de formación único y a su ambiente. Por lo tanto, se utilizó la bibliografía disponible tanto como fue posible.

1.5.2 Visitas al Área Dentro y Fuera del Sitio

Para obtener información actualizada y/o del sitio específico, se realizaron las siguientes actividades de investigación para complementar la bibliografía.

- Visita y entrevistas a la población de los municipios de Ecatepec y Nezahualcóyotl, colonias adyacentes al área federal del ex Lago de Texcoco, para determinar los aspectos socioeconómicos y los posibles impactos sobre la misma debido a la operación del relleno sanitario.
- El estudio de la flora y fauna presente en el sitio y su área de influencia, para determinar los posibles impactos debidos a la operación del relleno sanitario.
- Análisis de agua freática y superficial, para conocer el estado actual de la calidad de la misma antes del desarrollo del relleno sanitario.

- Análisis de suelos, para determinar la calidad de los mismos, antes de la construcción y operación del relleno sanitario.

1.6 Uso Actual del Suelo

El sitio en estudio se encuentra ubicado al oriente de la Ciudad de México, en terrenos del Ex - Lago de Texcoco, considerada como zona de conservación ecológica y administrados por la Comisión Nacional del Agua.

El terreno en estudio es parte de una planicie de aproximadamente 250 hectáreas que colindan al sur con la carretera México-Texcoco; al norte, poniente y oriente colinda con terrenos sin uso específico del proyecto del Lago de Texcoco. Ya existen caminos cubiertos con grava en los cuatro sentidos, además de que pasan canales a través de estos límites. El canal a lo largo de la parte sur, llamado Dren Texcoco Norte, es el más grande, y el único canal a lo largo del límite oeste se encuentra dentro del camino adyacente.

Respecto a las condiciones del terreno, éste, como se mencionó, es una planicie de suelo lacustre con escasa vegetación, estando la existente formada por pastizales. El alto nivel del agua freática - de 0.50 a 1.5 metros - es una de las características sobresalientes del sitio.

Los predios colindantes al sitio se encuentran en condiciones similares, sin uso específico por parte del Proyecto Lago de Texcoco de la Comisión Nacional del Agua.

1.7 Descripción de los Trabajos

1.7.1 Resumen del Proyecto

Un resumen del diseño conceptual para el Nuevo Sitio de Disposición Final se presenta en el Cuadro 1-3.

Cuadro 1-3: Esquema del Diseño Conceptual para el Nuevo Relleno Propuesto

Aspectos	Estructuras/instalaciones
Area	Area del sitio: 256ha Area de rellanamiento: 194 ha
Capacidad del Relleno	29,032,000m ³ (23,226,000ton) están disponibles para depositar residuos
Acceso	Camino de acceso: 605m Camino perimetral: 5,950m a 0m de elevación camino externo: 5,950m camino interno: 19,155m a 8m de elevación camino externo: 4,878m camino interno: 11,743m a 16m de elevación camino externo: 3,854m camino interno: 3,991m
Instalaciones para controlar el transporte de residuos	acceso: 1 (existente) báscula: 2 fosa para limpieza de llantas: 1 oficina: 1 garaje: 1 parqueo para carros: 1 área de parqueo y/o área de almacenamiento: 1
Manejo de lixiviados	Pozos para extracción de lixiviados tubería de concreto de 600mm de diámetro: 15 unidades Bomba para extracción de lixiviados: 15 unidades Tuberías para recolección de lixiviados a 0m de elevación: 25,105m a 8m de elevación: 16,621m a 16m elevación: 7,845m
Manejo de los gases producidos por el relleno	Pozos para la extracción de gases tubería de concreto de 600mm diámetro: 116 unidades Tubería para la extracción de gases - PVC200 a 0m de elevación: 118 unidades a 8m de elevación: 91 unidades a 16m de elevación: 55 unidades
	Cobertura de suelo diaria/intermedia: 30cm (La composta también es utilizable.)
Monitoreo	Aspectos comprendidos en el monitoreo: -asentamiento del relleno -calidad de los lixiviados -calidad de los gases generados en el relleno -agua subterránea -agua superficial Instalaciones de monitoreo -pozos de monitoreo: 4 unidades
Diseño Estético	Reja movable cobertura de suelo diaria/intermedia: 30cm (Composta también es utilizable.)
Cierre y post-cierre	Cubierta final de suelo: 60cm Creación de un área verde por medio de la siembra de pastos.

Aspectos	Estructuras/instalaciones
Equipo para el relleno	Bulldozer (de 300hp): 4 unidades Camiones cisterna (de 15,000litros): 2 unidades Excavadora (de 85hp): 2 unidades

1.7.2 Ubicación y Area del Terreno

La Etapa V se encuentra ubicada en el antiguo Lago de Texcoco, de la misma manera que la Etapa IV, la primera se encuentra localizada a unos 6 km. al sudoeste de la última. El sitio tiene un área de 256 ha. y sus coordenadas son 19° 29' N (latitud 19 grados, 29 minutos norte) y 98° 58' W (longitud 98 grados, 58 minutos oeste). El área residencial más cercana se encuentra ubicada a 2.2 km. del limite oeste del sitio. El aeropuerto Internacional de la Ciudad de México se encuentra situado a 9.5 kms. al sudoeste del sitio. La ubicación se muestra en la Figura 1-1.

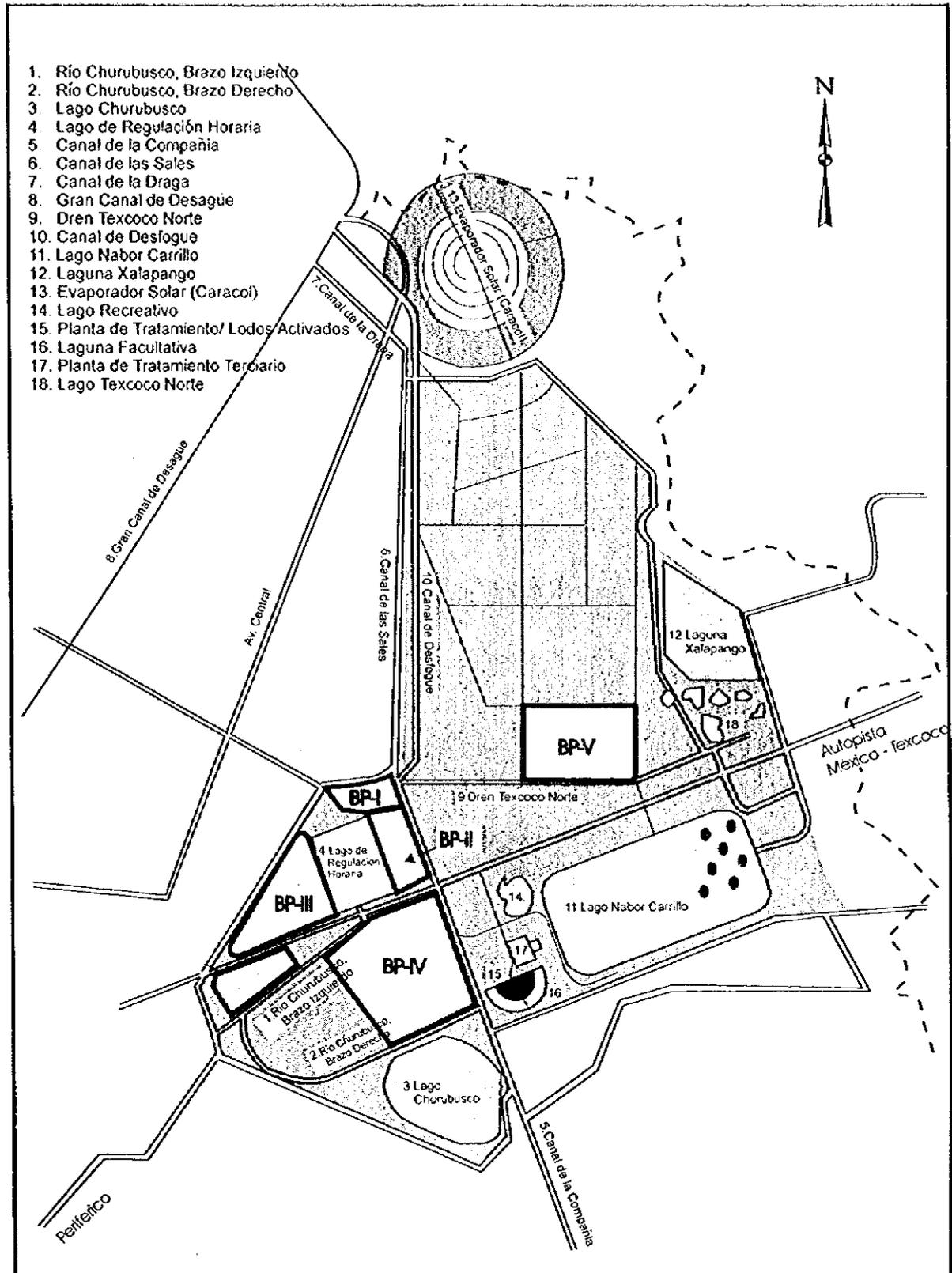


Figura 1-1:
Ubicación de los
Proyectos Prioritarios

KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.

1.7.3 Tipos de Residuos que serán Dispuestos

El nuevo relleno es parte del servicio para el MRS que es operado por el GDF. Por lo tanto, los tipos de residuos que serán dispuestos son aquellos que se encuentran dentro de la jurisdicción del GDF; en otra palabras, son residuos sólidos generados por residencias e instituciones (como oficinas y escuelas), residuos industriales no-peligrosos, residuo médico desinfectado.

1.7.4 Parámetros Claves para Diseño

Los parámetros claves para diseño son los mismos que los establecidos en la Etapa IV.

- Densidad del residuo después de compactar el relleno: 800 kg./m³
- Cronograma de operación del relleno: 24 hrs./día
365 días/año
- Vida útil de los camiones y equipo pesado: 7 años
- Vida útil de los edificios y las obras civiles: 30 años

1.7.5 Capacidad del Relleno

La capacidad planeada del relleno es de 30,242,000 m³. De la capacidad antes mencionada, 29,032,000 m³ serán ocupados por residuos y 1,210,000 m³ con tierra (ver Cuadro 1-5 y Figura 1-2).

Todo el residuo dispuesto en los años 2002, 2003, y 2004, y parte de aquel dispuesto en el año 2007 será depositado en el nivel que va de 0 a 8. El resto del residuo dispuesto en el año 2007 y todo aquel dispuesto en el 2008 será depositado en el nivel que va de 8 a 16 m. La capacidad remanente del relleno después del año 2010 será de 7,598,000 m³, este volumen representa aproximadamente 6,078,000 toneladas de residuo (ver Cuadro 1-4).

Cuadro 1-4: Cantidad de Residuos a ser Dispuesta en la Etapa V

Unidad: 1,000m³

Elevación	Capacidad del relleno	Cantidad de Residuo Dispuesta						Capacidad remanente
		2002	2003	2004	2007	2008	Total	
0-8m	14,720	4,511	4,366	4,231	1,612		14,720	0
8-16m	9,220				2,563	4,151	6,714	2,506
16-24m	5,092							5,092
Total	29,032	4,511	4,366	4,231	4,175	4,151	21,434	7,598

Cuadro 1-5: Capacidad del Relleno de la Etapa V

Altura (m)	Volumen Total (1,000m ³)	Volumen de los Residuos (1,000m ³)	Volumen de Tierra (1,000m ³)
0	0	0	0
1	2,012	1,932	80
2	3,996	3,836	160
3	5,952	5,714	238
4	7,881	7,566	315
5	9,784	9,393	391
6	11,660	11,194	466
7	13,509	12,969	540
8	15,333	14,720	613
9	16,599	15,935	664
10	17,846	17,132	714
11	19,074	18,311	763
12	20,284	19,473	811
13	21,474	20,615	859
14	22,647	21,741	906
15	23,801	22,849	952
16	24,937	23,940	997
17	25,652	24,626	1,026
18	26,351	25,297	1,054
19	27,036	25,955	1,081
20	27,705	26,597	1,108
21	28,361	27,227	1,134
22	29,002	27,842	1,160
23	29,629	28,444	1,185
24	30,242	29,032	1,210

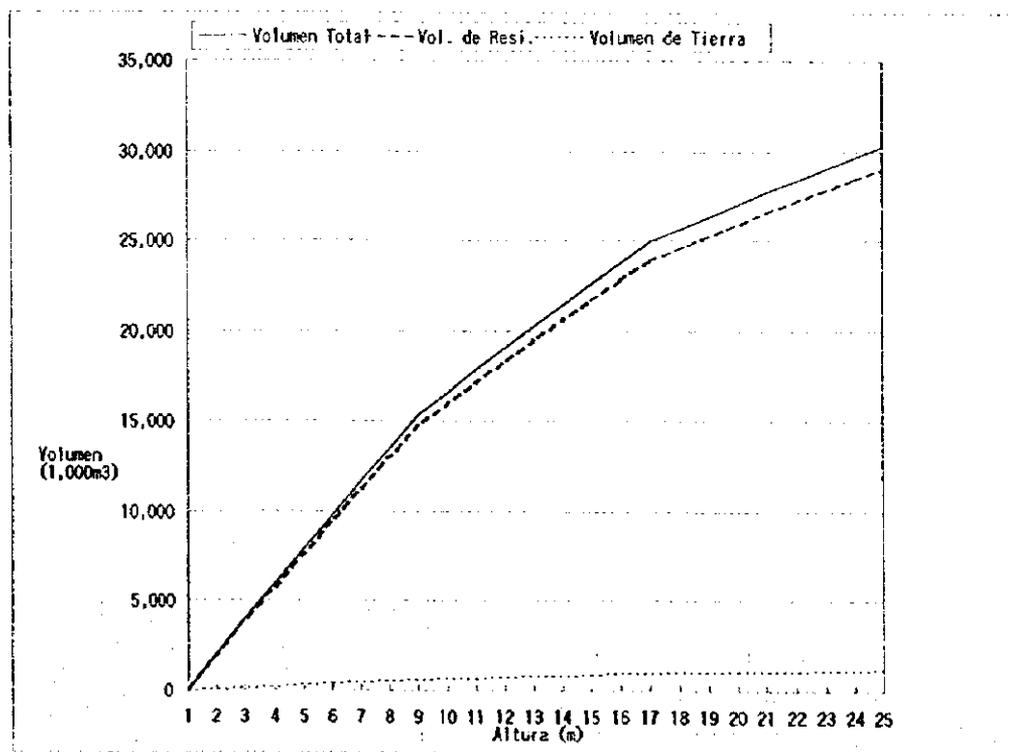


Figura 1-2: Curva de Altura vs. Volumen (Etapa V)

1.7.6 Preparación del Sitio

Cuando se realice la preparación del sitio para relleno, se torna muy importante sellar de manera adecuada los pozos para producción de sal existentes; lo anterior se hará con el fin de prevenir que los lixiviados se infiltren rápidamente hacia otros estratos. Bentonita ó cualquier material equivalente se utilizará para sellar esos pozos.

1.7.7 Acceso

1.7.7.1 Acceso al Sitio

Un camino de acceso de 605 m. de largo será construido desde la autopista hasta el sitio. El camino tendrá las siguientes dimensiones:

- ancho de rodamiento: 20.0 m.
- ancho de las aceras 4.0 m. a ambos lados
- ancho de acotamiento: 1.0 m. a ambos lados
- pavimentación: capa de asfalto de 10 cm. y capa de grava de 40 cm.

1.7.7.2 Acceso dentro del Sitio

Un camino perimetral será construido a lo largo del área de relleno, a una altura de 0 m. Este camino funciona como camino principal en el sitio y conecta el camino de acceso con los caminos internos; el camino perimetral será utilizado para proveer mantenimiento y monitorear. Con el propósito de tener acceso a las áreas donde se descargan los residuos, serán construidos caminos internos en el área de relleno a un nivel de 0 metros.

A las elevaciones de 8 m. y 16 m., caminos internos y externos formarán una red que asegurará el acceso a las áreas de descarga de residuos.

Dimensiones del camino perimetral:

- ancho de rodamiento: 20.0 m.
- ancho de las banquetas 4.0 m. a ambos lados
- ancho de acotamiento: 1.0 m. a ambos lados
- pavimentación: capa de asfalto de 10 cm. y capa de grava de 40 cm.

Dimensiones de los caminos internos y externos:

- ancho de rodamiento: 9.0 m.
- ancho de acotamiento: 0.5 m. a ambos lados
- pavimentación: roca volcánica porosa (Tezontle) ó material equivalente con un grosor de 30 cm.

1.7.8 Esquema del Relleno

El relleno deberá poseer ciertas instalaciones para realizar una operación adecuada para la disposición de residuos. Las instalaciones propuestas son las siguientes:

- un acceso
- básculas (2) y caseta de control;
- una fosa para lavar las llantas
- una oficina
- un garaje
- un área de parqueo para carros; y
- un área para equipo pesado y/o área de almacenamiento.

El esquema del relleno es presentado en la Figura 1-3, y las instalaciones para controlar el transporte de residuos se muestran en la Figura 1-4.

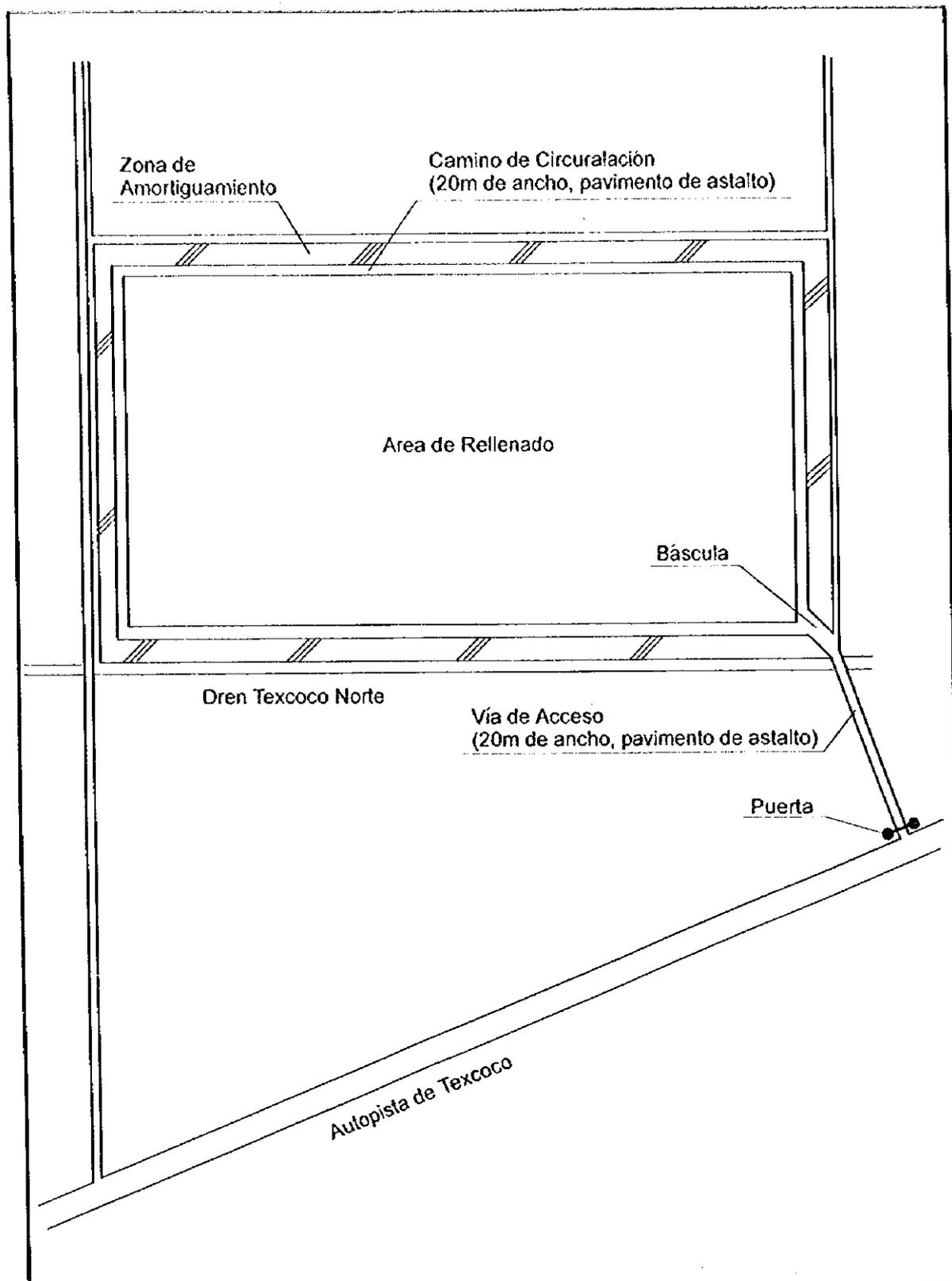


Figura 1-3:

Plano del Relleno Etapa V

Escala: 0 250 500 m

KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.

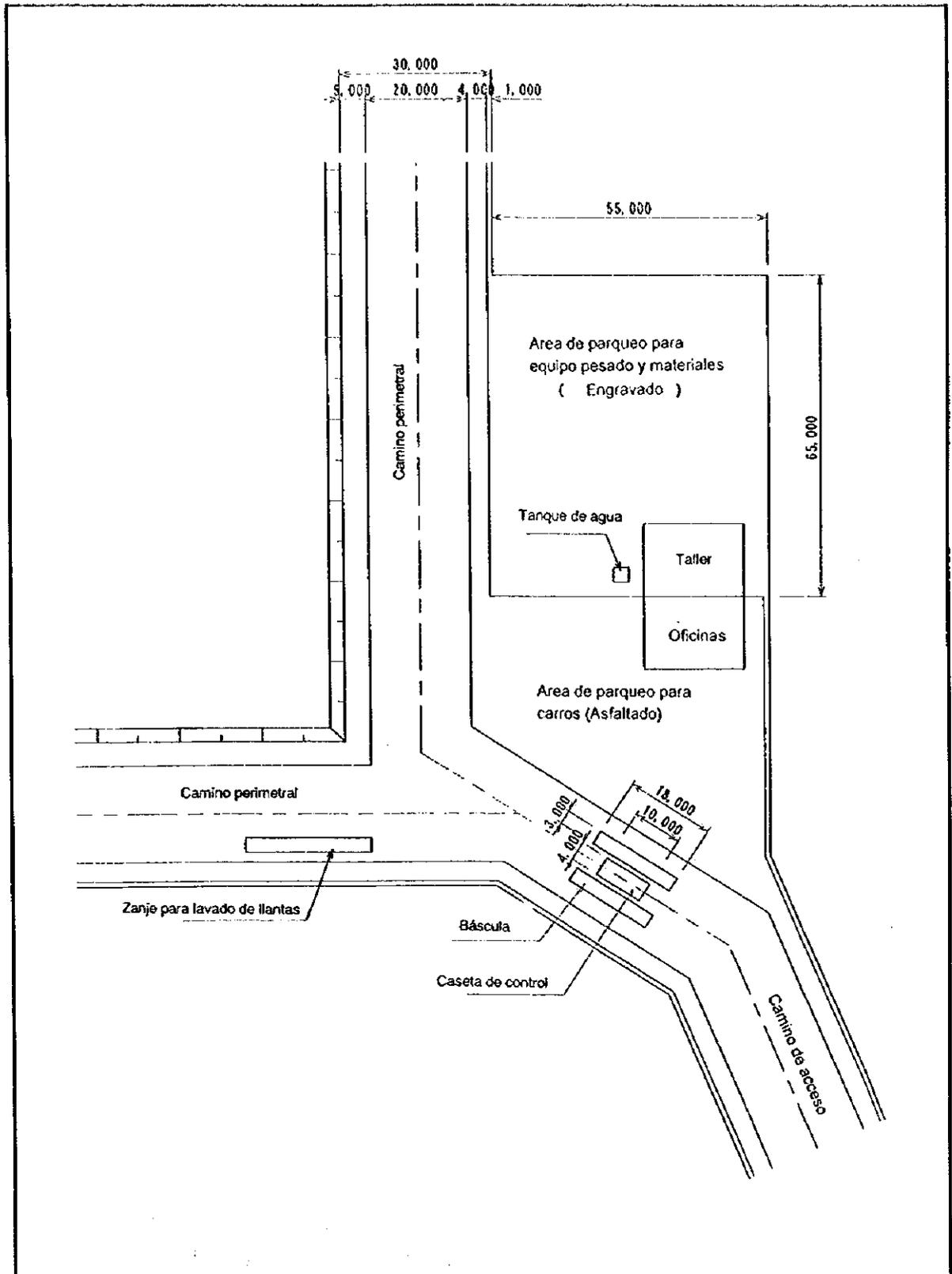


Figura 1-4:

Plano Propuesto de
la Planta de Compostaje

KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.

1.7.9 Manejo de Lixiviados

La cubierta diaria (intermedia), ya sea suelo nativo ó "composta", debe ser colocada apropiadamente para minimizar la infiltración debido a la precipitación. La parte superior del relleno deberá tener una inclinación adecuada para mejorar las condiciones de escurrimiento.

El lixiviado generado en el relleno deberá ser aspersado por medio de bombas sumergibles colocadas en pozos construidos para extracción de lixiviados. Las bombas son necesarias para extraer lixiviado debido a la naturaleza del sitio (terreno plano y asentamiento del subsuelo). Además, al aspersar el lixiviado, se está tomando ventaja de las características climáticas de la zona (baja precipitación y alta evaporación).

Durante la operación, se prevé que 101 mm/año de lixiviado serán generados². Lo anterior resultará en un total de 196,000 m³/año de lixiviado generado. Esta cantidad de lixiviados sería extraído utilizando 15 bombas sumergibles. El lixiviado presentaría características ácidas durante cierta etapa de la descomposición de los residuos y contendría una gran cantidad de sólidos en suspensión. Por lo tanto, se estima que ese tipo de lixiviados reducirá la vida útil de las bombas. Se supone que la vida útil de las bombas será de dos años; aunque ésta dependerá de la cantidad y calidad reales del lixiviado.

1.7.10 Manejo del Gas Generado en el Relleno

Para el manejo del gas generado en el relleno, se propone emplear un sistema pasivo. Una dispersión sin control de los gases en la superficie del relleno pretende ser minimizada por medio de la instalación de una tubería para remoción de gases. Tubos PVC de 200 mm de diámetro serán instalados a lo largo de los caminos perimetrales y externos; por otra parte, tubería de concreto de 600 mm de diámetro será instalada en las partes internas del relleno. Tubería de concreto también será utilizada para los pozos de extracción de lixiviados.

1.7.11 Manejo de la Escorrentía Superficial

Como se mencionó anteriormente, la parte superior del relleno deberá ser construida con cierta pendiente para inducir una apropiado escurrimiento. Se recomienda una pendiente de 2%.

1.7.12 Consideraciones Estéticas de Diseño

Se debe crear un área de amortiguamiento de 70 mts. de ancho para mitigar los efectos negativos del relleno en los alrededores.

²La estimación se ha realizado considerando un grupo de suposiciones y para una precipitación dada de 597 mm/año; otras suposiciones son las siguientes:

Escorrentía	83 mm/año
Infiltración	514 mm/año
Evapotranspiración	413 mm/año
Infiltración a través del suelo de cubierta	101 mm/año
Capacidad de retención bajo el suelo de cubierta	262 mm/año (capacidad satisfecha en casi 3 años)
Generación de lixiviados	101 mm/año (a partir del 4 ^{to} año)

Una reja móvil debe utilizarse para prevenir que los residuos se esparzan en los alrededores.

Una cobertura adecuada de suelo debe realizarse a diario, con el fin de controlar la presencia de aves, animales, y vectores, así como prevenir que los residuos se esparzan.

1.7.13 Medidas de Cierre y Post-cierre

Una cobertura final de 60 cm. será empleada cuando haya finalizado la operación del relleno. Los propósitos principales de la cubierta final son i) reducir la generación de lixiviados, ii) prevenir una difusión sin control de los gases generados por el relleno, y iii) mejorar apariencia externa.

La creación de un área verde en la superficie del relleno debe ser efectiva con el propósito de mejorar la evapotranspiración sobre la superficie, y esto conllevaría a la reducción de la generación de lixiviados. Además, tendría un efecto positivo sobre la apariencia del lugar.

1.7.14 Equipo del Relleno

El siguiente equipo será utilizado de manera alternada en la Etapa IV y Etapa V:

- cuatro (4) bulldozers (de 300 hp) para esparcir y compactar tanto los residuos como el material de cubierta;
- dos (2) camiones cisterna (con capacidad de 15,000 litros) para controlar el polvo; y
- dos (2) excavadoras (de 85 hp) para darle mantenimiento a los caminos y las pendientes del relleno.

Los bulldozers deben ser equipados apropiadamente para las tareas de rellenamiento, por ejemplo, cuchilla para esparcir residuos, medidas para prevenir que el radiador no se obstruya con residuos, etc.

1.7.15 Operación

El relleno Etapa IV ha estado operando de manera satisfactoria, por ejemplo, se le ha colocado una geomembrana, se le provee de cobertura diaria de suelo (intermedia), se registra la cantidad dispuesta por medio del uso de básculas; así que esa metodología deberá también ser empleada para la Etapa V. A lo único que se le debe de presta atención es al método de disposición de los lixiviados y al plan de relleno para los diferentes niveles. El método recomendado para la disposición de lixiviados es propuesto en la sección sobre el Manejo de lixiados; mientras que la metodología sobre apilamiento de los residuos es descrita en la próxima sección denominada Secuencia de Construcción de Bordo Poniente Etapa V.

1.8 Secuencia de Construcción de Bordo Poniente Etapa V

En virtud de los problemas actuales relacionados con los lixiviados de BP IV, se deben elaborar mejoras en la secuencia de diseño y construcción para el proyecto de BP V. La impermeabilización del fondo debe ser completa; es decir, debe ser continua de una

celda a otra, así como en el fondo de los caminos; además, su anclaje debe estar a un nivel en el que el lixiviado generado, a partir de los residuos enterrados, se mantenga completamente contenido dentro de la parte impermeabilizada.

Para poder lograr una impermeabilización completa y realizar una operación de relleno eficiente y un manejo apropiado de lixiviados para el proyecto de BP V, se deben llevar a cabo los siguientes componentes en secuencia:

- a. Obras de preparación del sitio;
- b. Impermeabilización;
- c. Línea de recolección de lixiviados y drenado a lo largo del camino externo sobre la parte inferior del talud ;
- d. Camino interno sobre la impermeabilización;
- e. Línea para recolección de lixiviados y de drenaje a lo largo del camino interno sobre la parte inferior del talud ;
- f. Caminos internos con dirección este - oeste y línea de drenado de lixiviados;
- g. Construcción de fosas de succión (cárcamo) de lixiviados con tubería vertical de bombeo;
- h. Marcas de zona prohibida alrededor de las fosas de succión (cárcamo);
- i. Operación de relleno (de 0.0 a 8.0 metros de elevación);
- j. Construcción de vía de acceso (a un nivel de 0.0 a 8.0 metros);
- k. Ampliación de la tubería vertical y relleno del área de delimitación de zona prohibida;
- l. Bombeo y aspersado de lixiviado (y/o embalsado) a un nivel de 8.0 metros;
- e'. Camino externo y línea de drenado de lixiviados a lo largo del mismo (a un nivel de 8.0 metros);
- d'. Construcción de camino interno (a un nivel de 8.0 metros);
- e'. Camino interno como línea de recolección y drenado (a un nivel de 8.0 metros);
- f. Caminos internos en la dirección este - oeste y línea de drenado de lixiviados;
- g'. Ampliación de la tubería vertical de bombeo (a un nivel de 8.0 metros);
- h'. Marcas de zona prohibida alrededor de tuberías verticales (a un nivel de 8.0 metros);
- i'. Operación de relleno (de 8.0 a 16.0 metros de elevación);
- j'. Construcción de vía de acceso (a un nivel de 8.0 a 16.0 metros);
- k'. Ampliación de la tubería vertical y relleno del área de delimitación de zona prohibida;
- l'. Bombeo y aspersado de lixiviado (y/o embalsado) a un nivel de 16.0 metros;
- e''. Camino externo y línea de drenado de lixiviados a lo largo del mismo (a un nivel de 16.0 metros);
- d''. Construcción de camino interno (a un nivel de 16.0 metros);
- e''. Camino interno como línea de recolección y drenado (a un nivel de 16.0 metros);
- f'. Caminos internos en la dirección este - oeste y línea de drenado de lixiviados;
- g''. Ampliación de la tubería vertical de bombeo (a un nivel de 16.0 metros);
- h''. Marcas de zona prohibida alrededor de las tuberías verticales (a un nivel de 16.0 metros);
- i''. Operación de relleno (de 16.0 a 24.0 metros de elevación);
- j''. Construcción de vía de acceso (a un nivel de 16 a 24.0 metros);
- k''. Ampliación de la tubería vertical y relleno del área de delimitación de zona prohibida; y

I". Bombeo y aspersado de lixiviado (y/o embalsado) a un nivel de 24.0 metros.

a. Trabajos de Movimiento de Tierra para la Preparación del Sitio

El nivel del camino externo debe estar determinado de tal manera que pueda ser transitable bajo cualquier condición climática; además de satisfacer lo mencionado anteriormente (el nivel de anclaje debe ser suficientemente alto para contener al lixiviado dentro de las celdas, aún y si esta generación fluctúa con la lluvia, etc.).

En este contexto, se recomienda que donde se coloque la impermeabilización del fondo de las celdas a un nivel de 0.0 metros, el anclaje exterior de la impermeabilización deberá ser colocado a una altura de **1.5 metros**.

Por lo tanto, se deben llevar a cabo los trabajos de movimiento de tierra para la preparación del sitio antes de los de impermeabilización, para que el fondo de las celdas estén niveladas al nivel de 0.0 metros, y que se forme el terraplén del camino externo con las siguientes dimensiones: ancho de la parte superior igual a **30 metros**, con una altura de **1.50 metros**, y con pendientes de **1:2.0**.

b. Impermeabilización

La cubierta impermeable debe estar **anclada** a unos **4.0 metros** de distancia del borde superior interno del terraplén del camino; este anclaje debe tener profundidad suficiente, y debe extenderse del punto de anclaje a la parte superior del terraplén plano de 4.0 metros de ancho, sobre su talud interno y el área de la celda. Para la protección de la cubierta se debe colocar tepetate en la parte del camino (una capa de 50 cm. de grosor y, de esa manera, evitar posibles daños por tráfico), el talud interno (30 cm. de ancho) y el área de la celda (50 cm. de grosor).

c. Construcción del Camino Externo

El terraplén del camino externo tiene un ancho de **30 metros** en la parte superior, consistiendo de un ancho de 20 metros del camino y una banqueta de 5 metros de ancho a ambos lados. El camino de 20 metros debe ser un pavimento de asfalto sobre una capa base de piedra triturada. Todo el borde interno de la banqueta debe recibir un **tratamiento de asfalto bituminoso** para tener una impermeabilización satisfactoria y contener el lixiviado dentro de las celdas; además de proteger la parte inferior del talud del relleno de una posible erosión por lluvia durante la vida útil del relleno.

c.1 Líneas para Recolección de Lixiviados y Drenado a lo Largo la Parte Inferior del Talud del Camino Externo

Se recomienda que la recolección de lixiviados y las líneas de drenado formen una red integral. Por lo tanto, el anillo exterior de la red de drenado de lixiviados, el talud interno y la parte inferior de los cuatro caminos externos deben contar con gaviones de roca volcánica porosa ó Tezontle (capa de 30 cm de grosor).

d. Camino Interno sobre la parte Impermeabilizada

El camino interno inicial debe extenderse a partir del camino externo sur sobre la coordenada: **E-120.00** (que está a **120 metros** al oeste del camino externo este) hacia el norte, para rodear la primera celda con cuatro caminos (un camino externo de 1.0 km. en el extremo este, un camino de 120 m. en el extremo sur desde la coordenada

E-0.00 hasta la E120.00, un camino interno inicial de 1.0 km. sobre E-120.00, y un camino de 120 m. en el extremo norte desde E-0.00 hasta E-120.00).

El segundo camino interno, al igual que el camino interno inicial, debe construirse sobre la coordenada E-240.00 al norte, a partir del camino externo sur. El tercer camino debe estar sobre la coordenada E-360.00 y el cuarto sobre E-480.00, etc. En consecuencia, se construirán **15 caminos internos de sur a norte**.

La segunda celda está rodeada por el primer y segundo camino interno, la tercera celda con el segundo y tercer camino interno.

Las dimensiones del camino interno deben ser las siguientes: 10 metros de ancho en la elevación superior de 1.0 metro y pendientes de 1:2.0 en ambos lados.

e. Líneas para Recolección de Lixiviados y Drenado en el Talud del Camino Interno

Se deben colocar rocas volcánicas porosas en con un área transversal de **2.0 metros de ancho por 50 cm de alto** como una línea de drenado de lixiviados a lo largo del talud del camino interno. Esta **línea de drenado de lixiviados** debe colocarse siempre en el talud oeste de los caminos internos, ya que el talud este es el que primero recibe los residuos para disposición, y el camino interno es indispensable para la construcción de las fosas de succión (cárcamo) de lixiviado y las tuberías de bombeo verticales.

En consecuencia, se construirán **15 líneas de drenado de lixiviados de sur a norte** en la parte inferior del talud oeste del camino interno.

f. Caminos Internos de Este a Oeste y Línea de Drenado de Lixiviados

Para poder integrar la línea de drenaje de lixiviados del camino perimetral y **15 líneas de drenado de lixiviados de sur a norte** que serían construidas en la parte inferior del talud oeste del camino interno, se proponen **dos (2) líneas de drenado de lixiviados de este a oeste**, con un intervalo entre éstos de **350 metros**.

En este contexto, se construirán **dos caminos internos de este a oeste** con un intervalo de 350 metros. Esta **línea de drenado de lixiviados de este a oeste** deberá ser colocada en el talud norte de los caminos, ya que el talud sur es el que primero recibe los residuos para disposición, y los caminos internos se utilizarán para la construcción de las fosas de succión (cárcamo) de lixiviado y las tuberías de bombeo verticales.

Al colocar **dos caminos internos de este a oeste**, la primera celda se divide en tres celdas: **1A, 1B, y 1C** de sur a norte. De la misma manera, la segunda celda se divide en **2A, 2 B, y 2C**.

g. Construcción de Fosa de Succión de Lixiviado con Tubería para Bombeo Vertical

Ya que BP V se localiza sobre un área plana, el sistema de recolección de lixiviados no puede utilizar un drenado por gravedad para tratamiento (es decir, laguna de evaporación/regulación, tratamiento biológico o físico - químico). Por lo tanto, se recomienda instalar fosas de succión ó cárcamo (con tubería para bombeo vertical) sobre líneas de drenado de lixiviados formadas por rocas volcánicas porosas a un

nivel de 0.5 metros y con un intervalo apropiado entre cada una. El intervalo de las fosas de succión (cárcamo) se ha sugerido de la manera anterior, teniendo en cuenta que las tuberías verticales para el bombeo de lixiviados también pueden utilizarse como instalaciones para eliminación de biogas (es decir, chimeneas).

Se construirán las fosas de succión (cárcamo) con tuberías verticales antes de la operación de relleno. En primera instancia, la tubería vertical debe construirse hasta una cierta elevación (por ejemplo, un nivel de 3.0 metros) para que se puedan llevar a cabo las obras con facilidad con acceso desde el nivel del camino interno.

h. Marca de Zona Prohibida Alrededor de la Fosa de Succión

Para evitar que los vehículos con residuos y el equipo de relleno dañen las fosas de succión (cárcamo) y tuberías verticales instaladas a media altura, se proveerán marcas de zonas prohibidas con postes temporales y cintas de plástico de colores brillantes formando cercas, para que rodeen a las fosas de succión (cárcamo) con un radio de distancia suficiente.

i. Operación de Relleno (desde 0.0 hasta 8.0 metros)

La operación de relleno en BP V debe iniciar en la celda 1A en dirección norte, posteriormente las celdas 1B y 1C.

Cuando se rellene la celda 1A, el área cercada con cuatro (4) caminos será relleno en dirección norte a partir del camino externo sur. La formación de terraplén y las operaciones de cubierta de tierra también deben realizarse en dirección norte a partir del camino externo sur.

Cuando se empiece a relleno la celda 1B:

- se debe relleno también al mismo tiempo la sección de 110 metros del camino interno **este - oeste** entre las celdas 1A y 1B, excepto el "área marcada como zona prohibida" alrededor de las fosas de succión (cárcamo).

Cuando se empiece a relleno la celda 1C:

- se deben relleno también la secciones de 110 metros de los caminos externos al norte, excepto el "área marcada como zona prohibida" alrededor de las fosas de succión (cárcamo), para dar la forma final del talud norte a partir del camino externo norte a un nivel de 8.0 metros.

Cuando se empiece a relleno la celda 2A en dirección norte:

- se debe relleno también al mismo tiempo la sección de 350 metros del camino interno **sur - norte** entre las celdas 1A y 2A, excepto el "área marcada como zona prohibida" alrededor de las fosas de succión (cárcamo).

Cuando se empiece a relleno la celda 2B en dirección norte:

- se debe relleno la sección de 110 metros del camino interno **este - oeste** entre las celdas 2A y 2B; y
- se debe relleno también al mismo tiempo la sección de 350 metros del camino interno **sur - norte** entre las celdas 1B y 2B, excepto el "área marcada como zona prohibida" alrededor de las fosas de succión (cárcamo).

Cuando se empiece a relleno la celda 2C en dirección norte:

- se debe rellenar la sección de 110 metros del camino externo norte; y
- se debe rellenar también al mismo tiempo la sección de 350 metros de los caminos internos sur - norte, excepto el "área marcada como zona prohibida" alrededor de las fosas de succión (cárcamo).

Se debe repetir el mismo procedimiento para la operación de rellenado en las otras celdas.

j. Vía de Acceso al Nivel de 8.0 Metros

Se planeará una vía de acceso (rampa) para el nivel de 8.0 metros antes de realizar cualquier obra a este nivel.

Ya que los vehículos con residuos se pesan en la báscula localizada en la entrada del sitio BP V, se recomienda que dicha rampa sea ubicada en la celda No. 1A. La pendiente será de aproximadamente 5% (alcanzando una elevación de 8.0 metros a lo largo de 160 metros de acceso), siempre considerando que la rampa sea transitable bajo todo tipo de condiciones climatológicas.

La rampa (pendiente de 5%) debe ser lo suficientemente ancha para permitir únicamente un solo sentido para los vehículos. Sin embargo, cuando se realice el rellenado de 8.0 a 16.0 metros de elevación, se prevé que aumentará el volumen de tráfico en la rampa; por lo que en ese entonces, la rampa (pendiente de 5%) debe utilizarse exclusivamente como rampa ascendente, y se tendrá que proporcionar una rampa descendente (con pendiente de 10 a 15%) para entonces.

k. Ampliación de la Tubería Vertical y Rellenado del Area Marcada como Prohibida

Se deben iniciar las obras de ampliación de la tubería vertical cuando esté próxima la terminación de las operaciones de rellenado (hasta un nivel de 8.0 metros).

En esta ocasión, el acceso para las obras de "ampliación del eje vertical" y de "rellenado del área de zona prohibida" será a partir del nivel de 8.0 metros. Estos dos tipos de obras deben elevarse alternadamente con una diferencia de unos cuantos metros de altura, para que los trabajos de expansión de la tubería vertical se puedan realizar fácil y apropiadamente.

l. Bombeo y Aspersado de Lixiviado (y/o embalsado) a un Nivel de 8.0 Metros

Cuando se rellene la zona prohibida alrededor del eje vertical y se formen áreas planas a un nivel de 8.0 metros, se bombeará y aspersará el lixiviado (y/o embalsará) en el área plana para que se evapore o reintroduzca al relleno.

m. Caminos a un Nivel de 8.0 Metros

Cuando el relleno BP V se eleve a más de 8.0 metros, los caminos externos a un nivel de 8.0 metros deben conservarse como "caminos de monitoreo y mantenimiento". En respuesta a este concepto, las coordenadas de los caminos externos a un nivel de 8.0 metros deben ser determinadas.

Después de que el relleno se eleve de 8.0 a 16 metros, se deben utilizar los caminos internos a un nivel de 8.0 metros como líneas de drenado de lixiviados. Por lo tanto,

cuando el relleno se eleva a 8.0 metros, se deben construir los caminos internos con roca volcánica porosa (Tezontle), que se estima es tan barata como el material de construcción de caminos, y posteriormente servirán como dren. La capa de roca volcánica porosa (Tezontle) debe ser lo suficientemente gruesa para permitir el paso de vehículos en los caminos a un nivel de 8.0 metros, ya que se encuentran sobre residuos enterrados altamente compresibles.

Los caminos internos a un nivel de 8.0 metros deben construirse un poco alejados de los ejes verticales, ya que estos caminos pueden utilizarse después como líneas de drenado de lixiviados. Estas líneas de drenado de roca volcánica porosa (Tezontle) a un nivel de 8.0 metros deben conectarse con el eje vertical cercano.

n. Secuencia de Rellenado de 8.0 a 16.0 Metros de Elevación

En general se recomienda que el segundo nivel de relleno inicie desde la parte central hasta el área externa, esto se hará con el fin de causar asentamiento y consolidación estable; además, de reducir al máximo una falla del talud desde los 0.0 hasta los 8.0 metros. Se prevé que trabajando desde el interior hasta el exterior, se permitirá que transcurra más tiempo que permitirá una mayor consolidación de los taludes inferiores.

Por otra parte, si se desea un mejor tráfico en los caminos a un nivel de 16.0 metros en el futuro, debe construirse primero la celda que se conecta con la rampa de acceso de la altura de 8.0 a 16.0 metros, esto permitirá que se logre un mayor asentamiento y consolidación de la celda.

Por lo tanto, se recomienda que el relleno desde una altura de 8.0 hasta los 16.0 metros deberá iniciar en la celda que posteriormente se conectará con la rampa de acceso (8.0 a 16.0 metros); la que se encontrará a 100 m. de distancia de la rampa ascendente de 0.0 a 8.0 m.

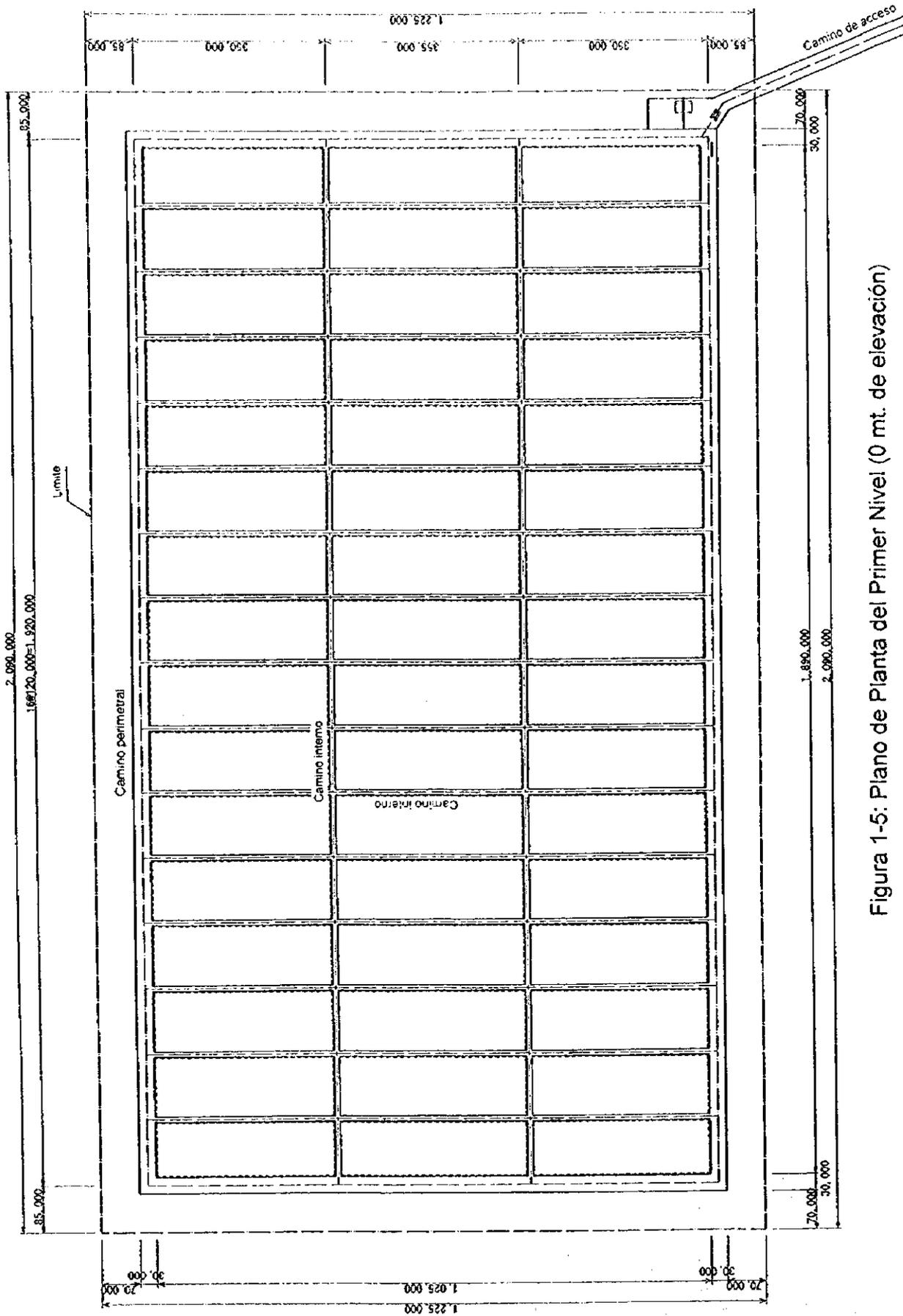


Figura 1-5: Plano de Planta del Primer Nivel (0 mt. de elevación)

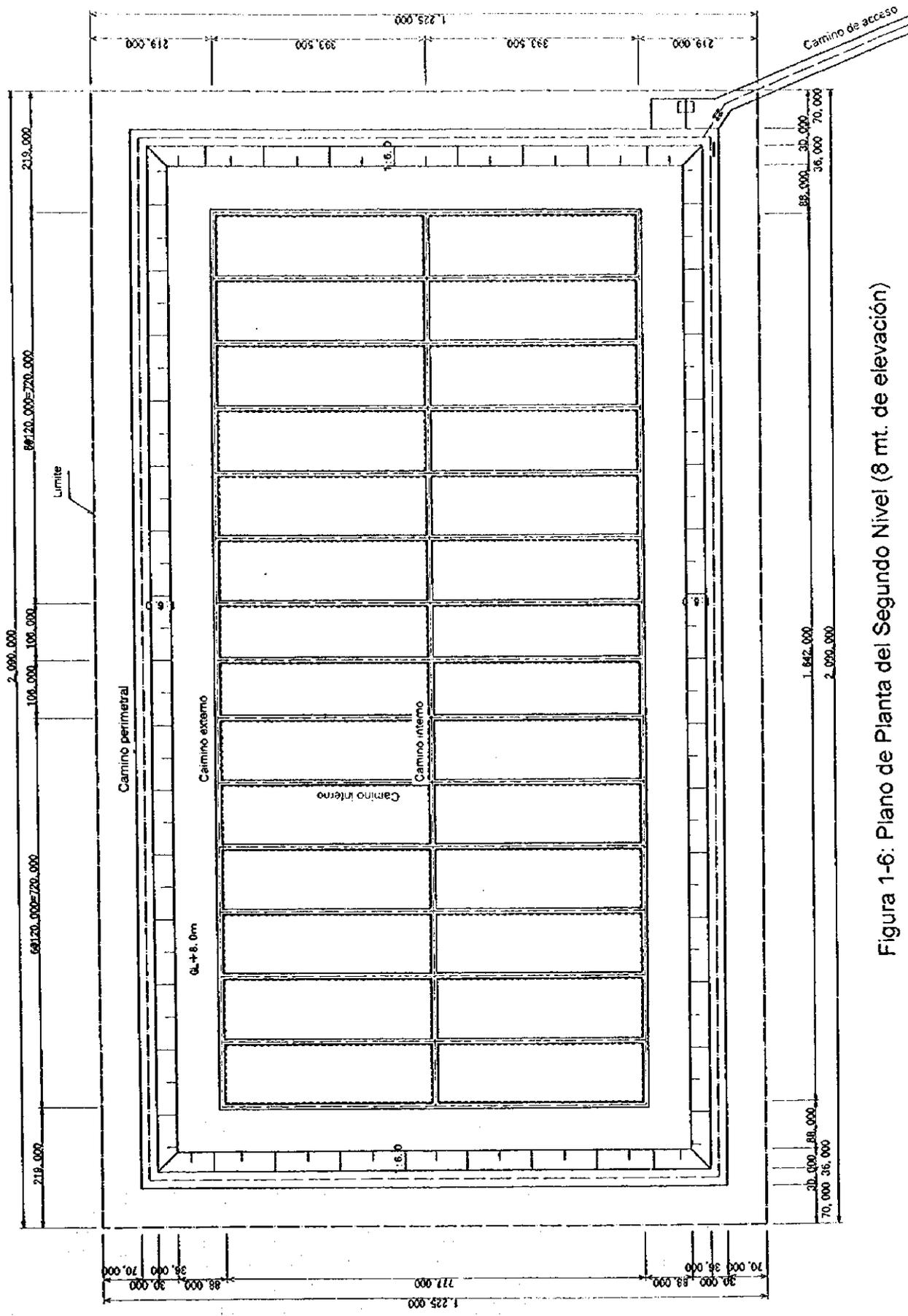


Figura 1-6: Plano de Planta del Segundo Nivel (8 mt. de elevación)

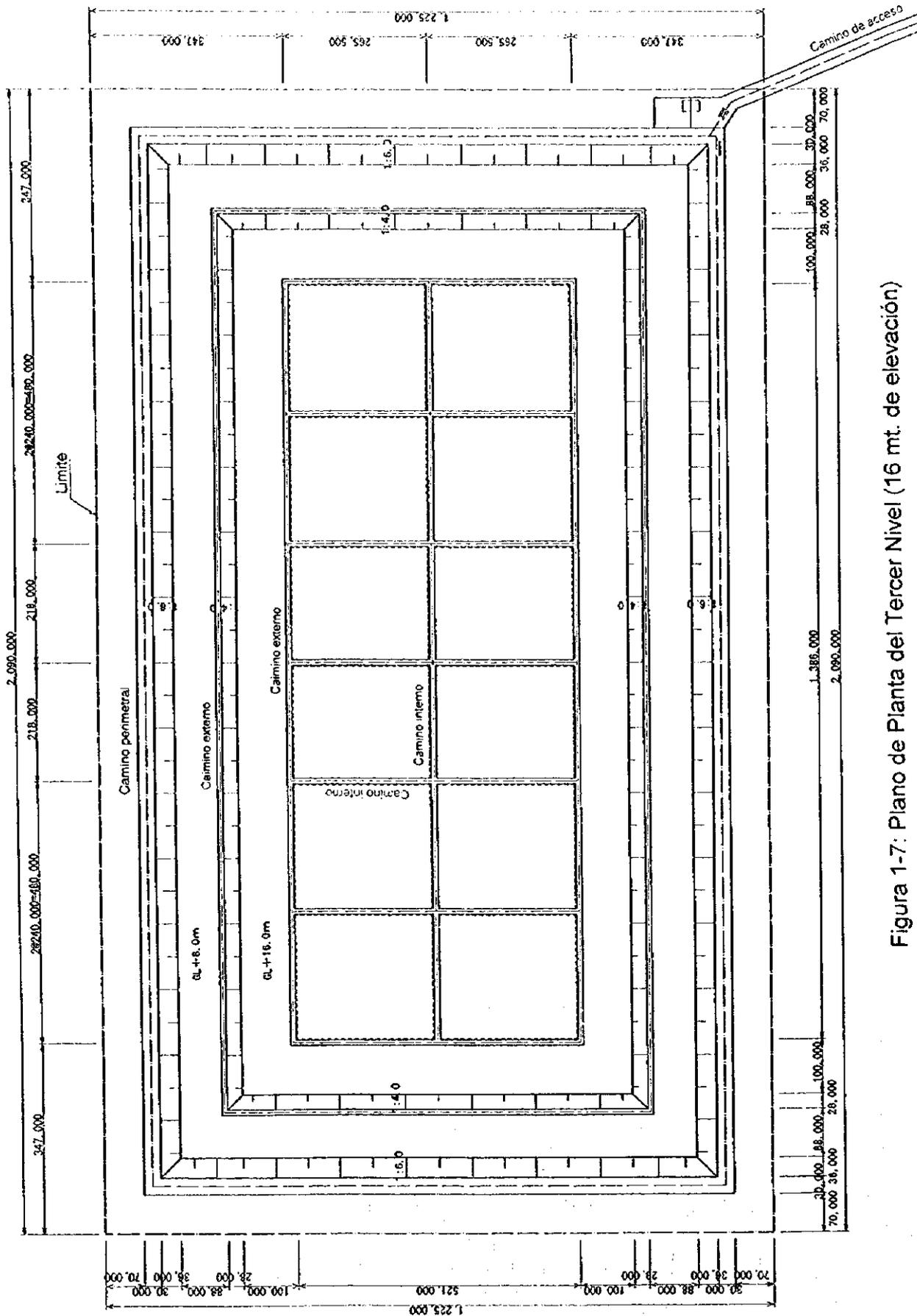


Figura 1-7: Plano de Planta del Tercer Nivel (16 mt. de elevación)

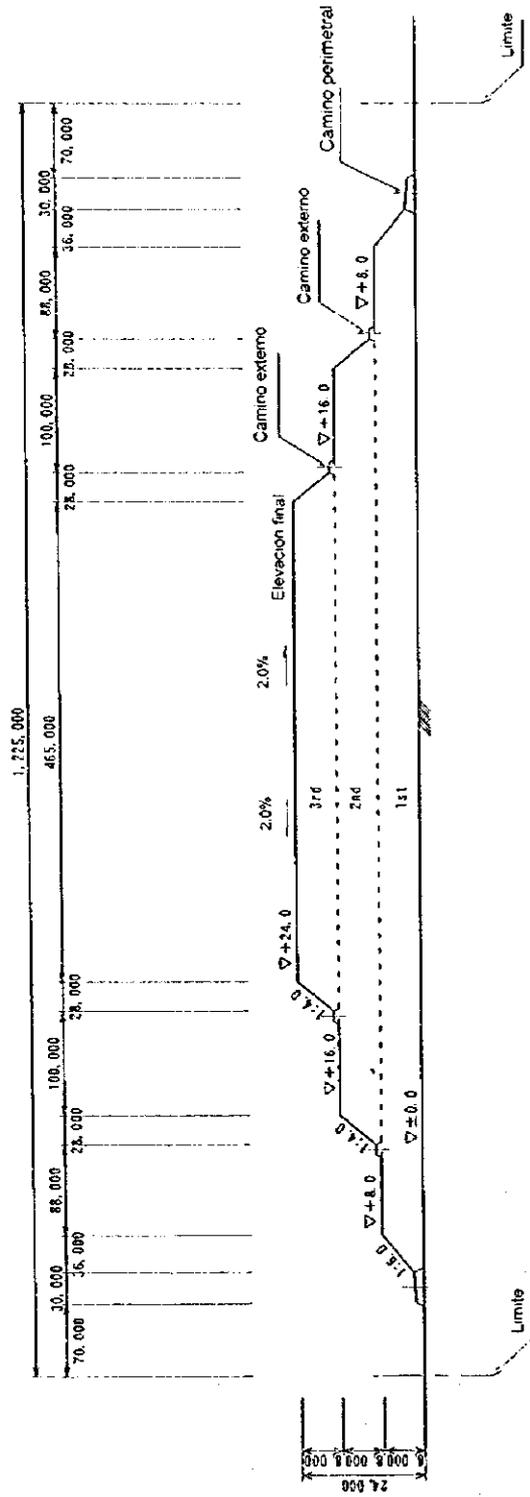
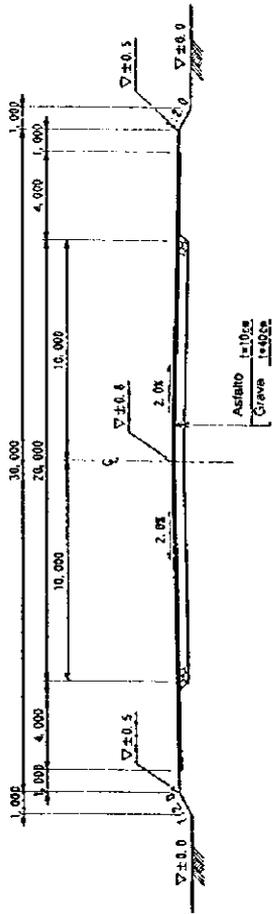
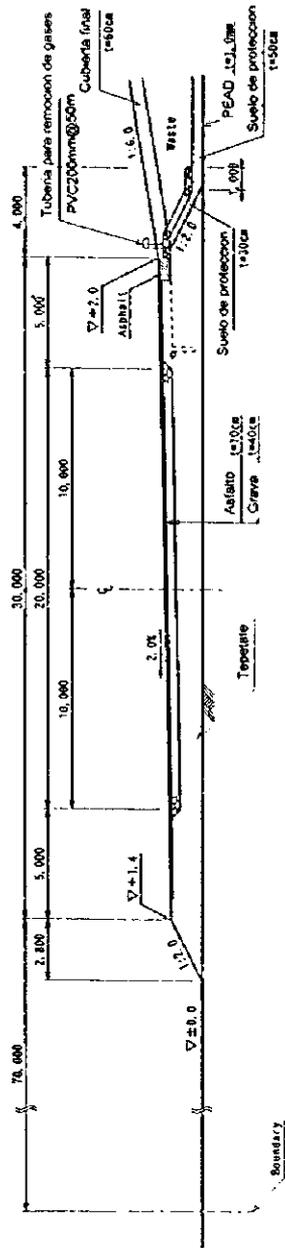


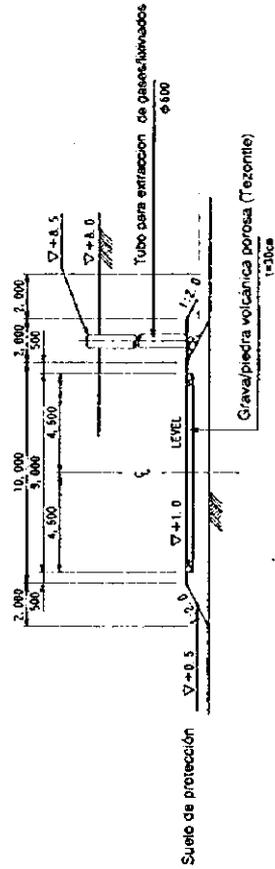
Figura 1-9: Sección Transversal A-A



SECCION TRANSVERSAL DEL CAMINO DE ACCESO



SECCION TRANSVERSAL DEL CAMINO PERIMETRAL



SECCION TRANSVERSAL DEL CAMINO INTERNO

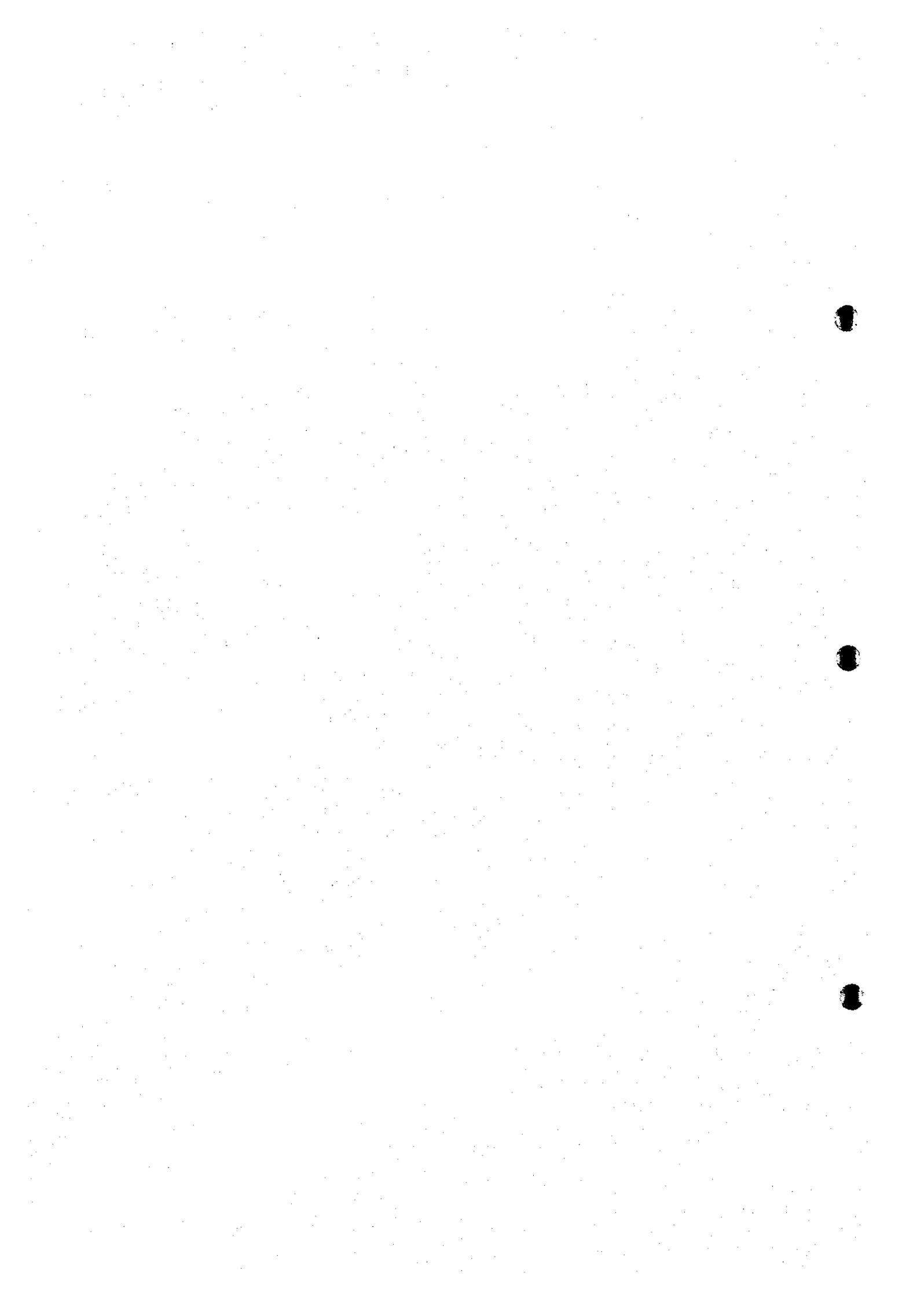
Figura 1-10: Sección Transversal de los Caminos



Parte B

Capítulo 2

Medio Natural y Socioeconómico



2 Medio Natural y Socioeconómico

2.1 Medio Natural

2.1.1 Introducción

En este capítulo se describen los aspectos ambientales del sitio del proyecto en el ex-lago de Texcoco y los del área de influencia del proyecto, con énfasis en aquellos aspectos susceptibles de ser afectados por la instrumentación del proyecto.

2.1.2 Área de Influencia

El área de estudio del proyecto del relleno sanitario Bordo Poniente Etapa V, se ubica al oriente de la Ciudad de México, en el antiguo Lago de Texcoco. El sitio se encuentra actualmente delimitado por canales que transportan aguas residuales, provenientes de uno de los brazos del Dren Texcoco Norte. La entrada al sitio es por la Av. Peñón Texcoco. En los alrededores del sitio no se efectúa actualmente ninguna actividad productiva.

El área de influencia del proyecto se localiza en la Zona Fisiográfica del Eje Neovolcánico, en la Subprovincia de los Lagos y Volcanes de Anáhuac, en la Cuenca del Valle de México. Desde el punto de vista hidrológico, el proyecto se ubica en la Región Hidrológica del Río Pánuco, en la Cuenca del Río Moctezuma.

La construcción y operación del relleno sanitario involucra movimientos de tierra y transportación de residuos, lo que implica la circulación de un gran número de unidades vehiculares cuya área de influencia abarca varias avenidas de confluencia al sitio, como es el caso, entre otras del Boulevard Puerto Aéreo, Eje 5 Norte, Vía Tapo y la Autopista México - Texcoco.

2.1.3 Climatología

Respecto a la información necesaria para analizar los aspectos climatológicos del sitio en cuestión, se recabaron los datos de la estación meteorológica ubicada en el Aeropuerto Internacional "Benito Juárez" y de la estación ubicada en el Palacio Municipal de Nezahualcóyotl, Estado de México, así como información recabada de la estación meteorológica ubicada en Bordo Poniente.

Clima

El clima predominante en la región es seco estepario-frío, con lluvias en verano (BSK'w). Tomando al ex-Lago como punto central, conforme se asciende tanto hacia el oriente como hacia el poniente, el clima cambia a templado (Cwb), y en las partes más altas de las sierras, se registra un clima templado frío (Cwc).

Temperatura

La temperatura media anual en la región varía entre los 12°C a 20°C; siendo los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre los de menor temperatura. En los meses más calurosos (mayo y junio), la temperatura alcanza valores medios que oscilan entre los 18°C y 19°C.

En el Cuadro 2-1 se observa el comportamiento de la temperatura para el período 1970-1989 y en la Figura 2-1 para el período 1994 - 1997. Como se observa, la temperatura promedio mensual a nivel de superficie en los últimos cuatro años, presenta un comportamiento cíclico que oscila entre los 12.5 °C y 20°C, con valores máximos en mayo y mínimos durante enero.

En el período 1970 -1989 la temperatura máxima extrema anual fluctuó entre los 28 °C y 31 °C, siendo los meses de marzo, abril y mayo cuando se presentan los valores más altos (Cuadro 2-2).

En el caso de las temperaturas mensuales extremas para el período 1994-1997, la temperatura más alta que se registró en este período de años fue de 33 °C en mayo (Figura 2-2).

La temperatura mínima extrema anual para los meses de enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre fluctuaron entre 0 y 2 °C (Cuadro 2-3).

Humedad relativa

En la Figura 2-3 se presenta la humedad relativa para el período 1994-1997.

Este patrón de humedad relativa promedio permite señalar una época del año con humedad relativa baja entre enero y abril, mientras que la época de humedad relativa alta se alcanza entre julio y septiembre. Es importante observar que la época de humedad relativa alta ha presentado un decremento gradual en su nivel promedio de 1994 a 1997, siendo los niveles de estos años del 72 y 63% respectivamente.

A nivel de microubicación en el ex-Lago de Texcoco, la mayor humedad se encuentra en la zona lacustre con cuerpos de agua superficial y la menor humedad se extiende hacia la zona del proyecto.

Precipitación

En general, la precipitación en la región varía entre los 500 y 600 mm. Siendo ésta una de las zonas del Valle de México, en la cual se presentan las precipitaciones más bajas.

El comportamiento de precipitación para el período de 1979 a 1988 se muestra en el Cuadro 2-4.

La mayor parte de la precipitación anual se registró entre los meses de mayo y octubre, período en el cual, en promedio se acumula casi el 90% de la precipitación total.

En el período de 1994 a 1997, se observa que la época de lluvias se presenta con mayor intensidad entre junio y octubre, Figura 2-4, debido a la presencia de aire húmedo tropical proveniente del Océano Pacífico y el Golfo de México. En la zona de estudio, se presentan los niveles más bajos de precipitación.

Cuadro 2-1: Temperatura Promedio

Aeropuerto de la Ciudad de México

Unidad: °C

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Año												
1970	12.0	13.1	15.9	20.2	17.8	17.2	16.8	17.3	16.5	16.2	12.9	12.5
1971	13.4	14.4	16.5	21.0	19.4	16.9	16.6	16.8	16.9	16.0	14.7	12.8
1972	13.2	13.6	15.6	18.8	18.2	17.8	16.4	16.8	17.1	16.5	14.6	12.6
1973	13.0	14.5	18.0	18.0	18.1	21.6	15.8	15.8	16.6	14.2	13.7	10.6
1974	12.9	13.9					15.1	16.5	16.1	15.2	13.0	12.9
1975	11.7	14.2	17.7	19.3	17.4	17.0	15.2	16.4	15.3	15.2	16.8	11.3
1976	11.4	11.8	16.3	16.9	17.2	17.3	16.1	15.4	16.6	15.6	13.5	13.3
1977	13.8	14.2	17.8	16.1	17.9	17.2	16.4	17.4	17.1	16.2	14.0	12.9
1978	13.1	13.6	15.7	18.9	19.2	17.0	16.7	17.5	16.6	15.3	15.1	14.3
1979	13.3	14.2	17.0	18.3		17.8	17.3	16.5	15.8	15.9	13.9	13.2
1980	12.9	14.1	18.2	17.2	19.2	18.3	17.9	17.3	17.0	16.2	14.1	12.3
1981	11.3	14.2	16.9	17.8	18.7	18.1	17.0	17.5	17.3	16.9	13.9	14.0
1982	14.5	15.2	17.9	20.1	18.8	19.4	17.0	17.5	17.8	16.1	14.5	13.6
1983	12.6	13.3	16.4	19.6	21.4	20.2	17.5	17.6	17.0	16.1	15.5	13.9
1984	13.2	14.7	17.7	20.3	17.4	17.7	16.6	16.5	15.9	17.2	13.9	12.9
1985	13.1	14.5	16.9	16.4	18.4	17.6	16.7	17.3	17.1	16.3	14.9	13.6
1986	11.5	14.8	15.2	18.0	18.5	17.4	16.9	17.3	17.7	16.3	15.4	14.0
1987	13.6	15.3	17.1	17.8	18.2	17.9	17.5	18.0	18.5	15.1	15.1	14.8
1988	12.7	15.2	16.5	19.2	19.7	18.6	17.6	17.8	17.2	15.9	15.4	13.4
1989	14.3	14.5	15.4	17.0	19.3							
Promedio	12.9	14.2	16.8	18.5	18.6	18.1	16.7	17.0	16.8	15.9	14.5	13.1

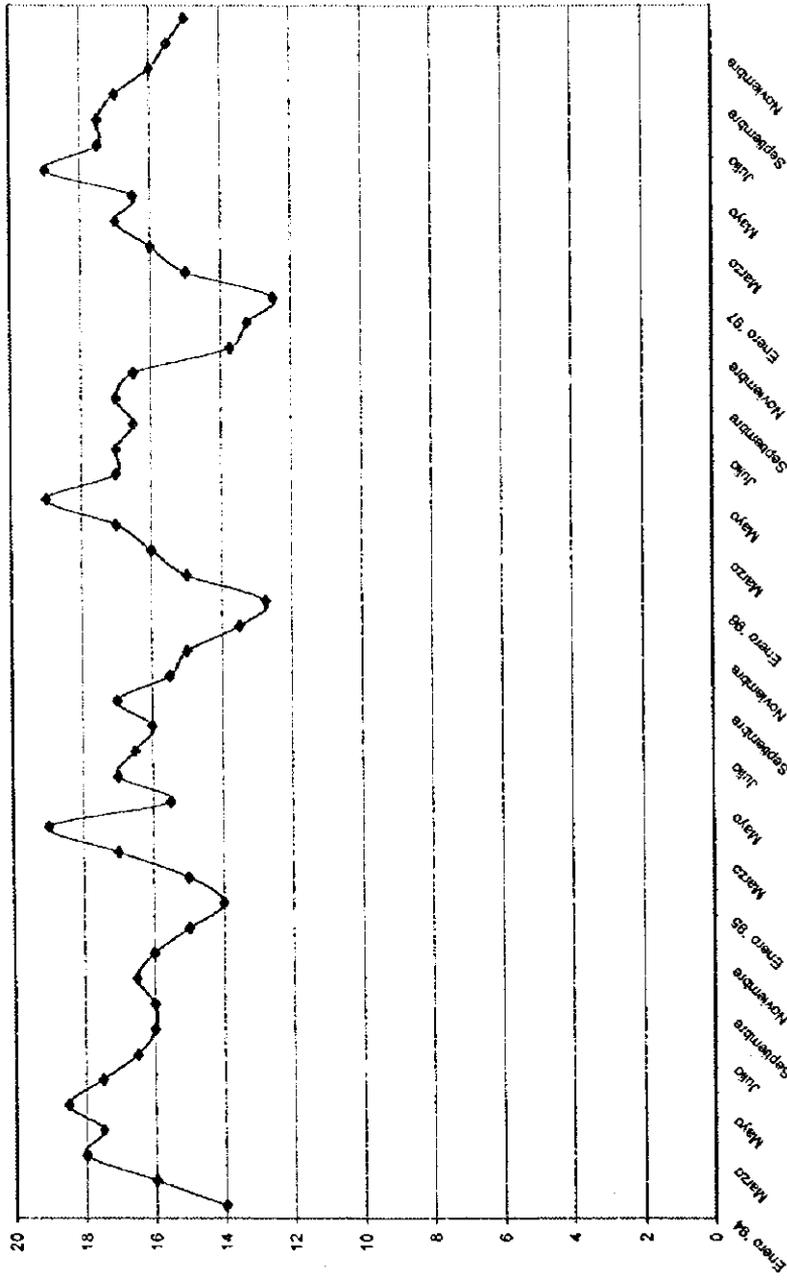


Figura 2-1: Temperatura Promedio (°C) (1994-1997)

Cuadro 2-2: Temperatura Máxima

Aeropuerto de la Ciudad de México

Unidad: °C

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1970	25.7	21.2	31.4	33.5	32.0	30.5	27.5	27.4	26.5	26.8	25.6	19.2	27.3
1971	27.0	29.4	29.0	31.8	30.6	28.0	26.8	25.5	26.8	26.3	26.3	24.7	27.7
1972	25.0	27.4	28.5	31.0	31.7	30.4	27.3	26.6	28.1	27.6	27.6	25.3	28.0
1973	28.4	27.8	31.2	31.0	31.7	30.8	25.1	24.5	25.7	25.5	26.2	24.2	27.7
1974	34.3						24.9	26.7	25.8	25.1	24.5	26.3	26.8
1975	23.9	27.4	30.5	30.5	30.5	27.0	24.9	24.5	25.5	26.5	25.5	24.5	26.8
1976	24.0	26.3	29.4	28.7	29.4	28.5	24.5	25.6	25.5	25.5	25.3	25.5	26.5
1977	27.5	26.6	32.2	30.7	30.3	26.4	26.6	26.9	27.3	27.8	25.5	25.4	27.8
1978	25.7	27.4	29.3	31.7	31.8	28.5	26.0	27.2	26.6	26.3	25.3	25.2	27.6
1979	27.3	26.1	30.1	30.0		28.0	26.6	25.1	24.5	27.5	26.2	24.5	26.9
1980	25.6	29.0	30.7	30.5	33.5	29.6	28.2	25.8	25.6	26.0	23.5	24.3	27.7
1981	25.0	27.5	29.1	30.5	29.7	27.8	25.8	26.7	27.2	26.6	24.8	25.5	27.2
1982	27.0	26.6	31.4	31.4	29.6	32.2	26.3	28.1	28.3	27.1	25.9	26.0	28.3
1983	24.7	27.7	31.0	33.1	34.7	31.0	27.3	27.2	27.3	27.0	25.1	25.0	28.4
1984	24.2	27.8	31.0	32.6	30.1	27.5	25.7	25.4	25.3	27.6	26.4	24.6	27.4
1985	25.0	26.4	30.0	29.2	31.4	28.0	25.7	26.5	26.6	26.7	26.8	25.6	27.3
1986	24.6	27.4	29.1	30.8	31.7	26.7	26.7	27.8	27.1	27.0	28.7	25.9	27.8
1987	28.4	29.0	31.5	30.5	30.0	28.8	27.2	27.9	29.0	27.0	26.4	27.0	28.6
1988	25.3	30.6	29.7	32.0	31.5	24.5	27.4	27.2	27.5	18.4	27.6	25.7	27.3
1989	26.6	27.6	29.6	29.8	32.5								29.2
Promedio	26.3	27.3	30.2	31.0	31.3	28.6	26.3	26.5	26.6	26.2	26.0	25.0	27.3

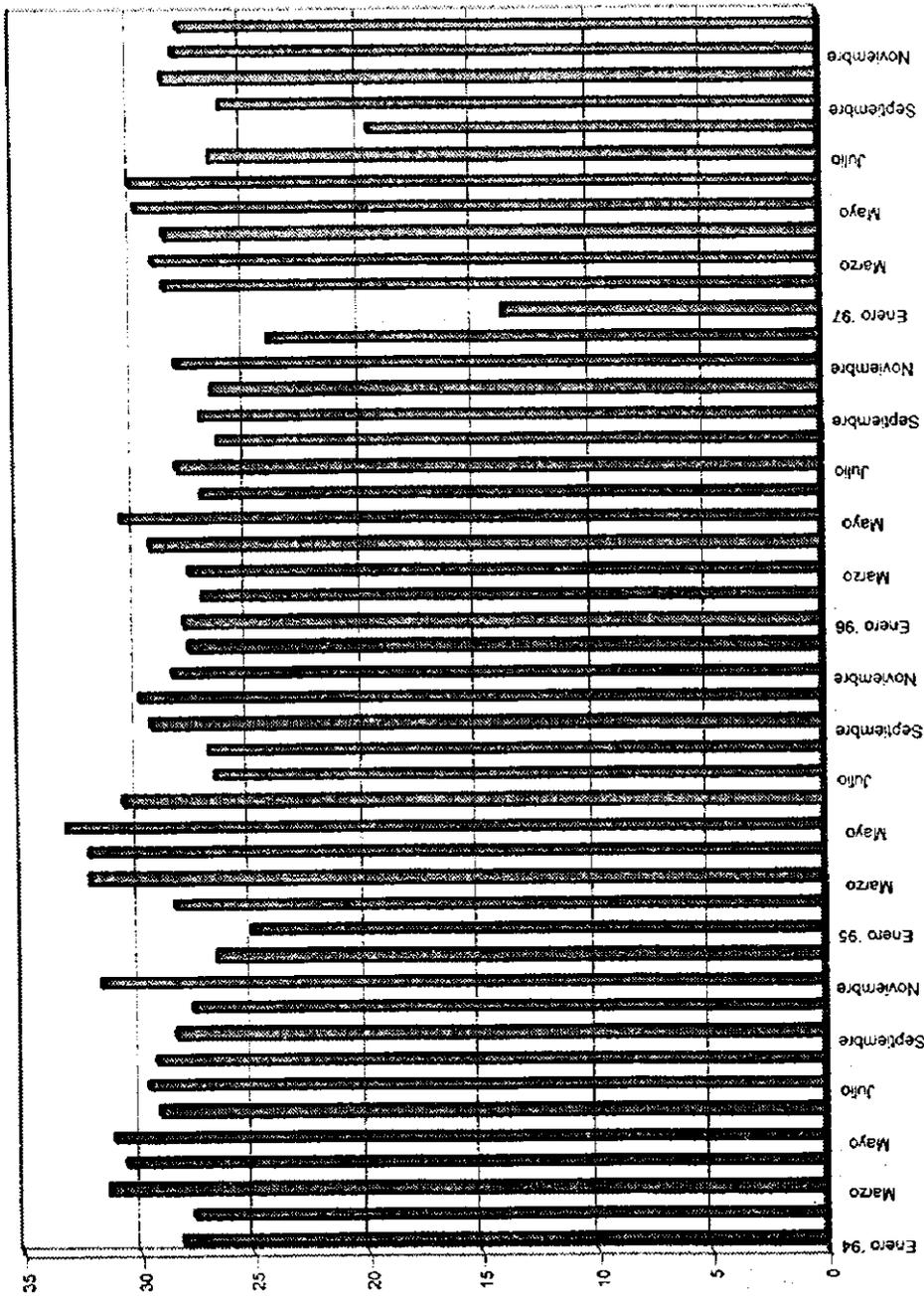


Figura 2-2: Temperatura Máxima (°C) (1994-1997)

Cuadro 2-3: Temperatura Mínima (°C) (1994-1997)

Aeropuerto de la Ciudad de México

Año	Unidad: °C												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
1970	-1.2	-1.5	2.4	5.6	5.2	8.4	9.4	8.6	9.9	3.5	-1.6	-0.8	7.4
1971	0.5	0.4	2.0	1.0	7.3	7.9	9.2	8.4	9.9	4.1	3.0	-1.8	8.0
1972	0.5	-1.5	3.0	4.5	7.5	7.0	9.2	9.0	9.2	7.0	5.5	-2.0	9.1
1973	4.9	-0.5	1.6	3.3	6.5	7.0	8.9	9.2	8.5	6.5	0.0	-1.2	8.4
1974	1.1					6.4	6.4	7.7	2.2	2.0	-4.4	0.0	3.8
1975	-4.1	0.5	2.0	6.6	7.5	9.0	8.6	9.5	3.2	3.1	-1.0	-1.3	6.7
1976	-2.0	-5.5	3.4	6.2	6.8	8.1	10.0	8.3	9.0	7.7	4.1	3.4	9.2
1977	-0.5	0.6	0.5	1.6	4.8	5.6	8.7	8.8	7.7	3.6	0.8	-1.4	6.3
1978	-0.3	-1.4	0.0	5.3	3.5	6.4	7.5	8.3	5.6	5.0	5.8	11.5	8.8
1979	-2.0	1.9	2.0	5.9		3.6	6.7	8.9	2.0	2.4	-0.1	2.0	5.6
1980	-1.8	-2.6	3.0	4.2	6.4	7.2	6.0	10.0	6.4	5.4	1.8	-2.9	6.6
1981	-1.6	1.5	2.2	6.8	8.4	7.5	10.4	8.7	8.4	6.5	0.0	2.3	9.4
1982	1.5	-1.0	2.6	9.0	8.9	7.9	8.3	8.0	6.9	3.6	0.4	-1.5	8.4
1983	-2.5	-3.5	2.0	3.7	9.0	8.1	9.6	9.3	7.8	3.3	4.0	-1.8	7.5
1984	-0.6	-1.0	4.0	6.2	7.4	6.5	10.0	9.0	7.0	7.0	1.0	-1.0	8.5
1985	-1.0	1.2	4.6	2.9	7.0	8.5	7.3	9.3	6.8	5.0	3.0	-2.4	8.0
1986	-4.6	0.6	-1.5	7.0	8.0	11.2	8.2	8.7	8.8	3.0	13.2	0.5	9.7
1987	-2.8	-2.2	-1.9	5.3	8.0	10.8	1.2	11.0	9.3	21.5	1.5	1.8	9.8
1988	-3.7	3.2	2.6	7.4	9.0	9.5	11.6	10.0	4.8	4.5	1.2	-1.2	9.1
1989	1.8	-3.3	-2.0	4.8	7.0								2.8
Promedio	-0.9	-0.7	1.7	5.1	7.1	7.8	8.3	9.0	7.0	5.5	2.0	0.1	

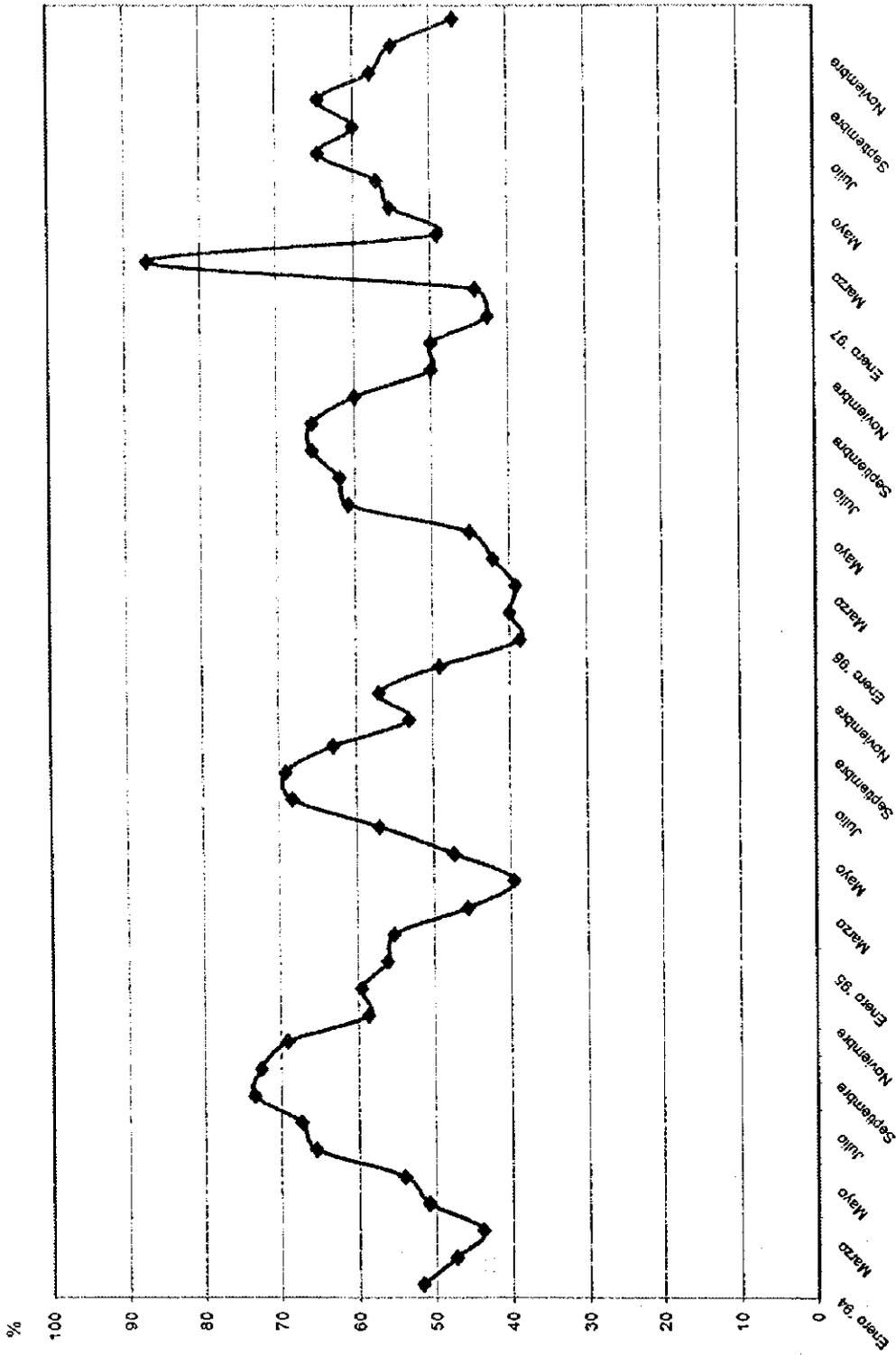


Figura 2-3: Humedad Relativa (%) (1994-1997)

Cuadro 2-4: Precipitación Total (mm)

Aeropuerto de la Ciudad de México

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Año													
1970	1.2	2.4	3.3	3.6	22.6	114.1	171.2	87.3	97.8	23.8	0.1	0.0	527.4
1971	0.5	1.1	14.0	6.6	17.5	158.3	110.1	105.8	99.4	93.2	7.5	5.6	619.6
1972	0.7	1.2	5.8	47.5	105.5	117.6	114.2	98.2	57.1	60.8	11.4	1.0	621.0
1973	0.3	4.5		43.6	33.5	59.9	166.9	147.5	58.1	28.7	28.8		571.8
1974	2.0	4.0					135.8	52.3	84.1	13.6		0.0	291.8
1975	35.7	3.7	0.0	16.6	78.1	66.9	90.1	99.8	96.5	39.4	0.0	0.0	526.8
1976		17.3	5.0	28.9	54.9	30.1	112.5	256.4	104.7	124.4	3.1	36.1	773.4
1977	3.1	3.6	0.0	11.3	46.8	70.7	143.5	48.3	140.4	53.8	1.8	1.5	524.8
1978	3.9	12.6	47.2	1.6	50.6	205.0	78.2	27.0	60.4	152.6	18.3	14.6	672.0
1979		19.1	3.0	21.8		77.0	130.0	149.3	122.8	2.0		14.7	539.7
1980	34.2	5.5	4.7	39.8	59.6	47.7	69.7	162.8	118.9	45.2	12.9	0.0	601.0
1981	19.9	20.3	10.2	40.1	23.9	177.6	148.4	67.5	50.7	35.3	1.6	1.3	596.8
1982	0.0	9.1	16.9	28.0	66.4	108.9	178.2	57.1	21.7	64.0	1.9	3.3	555.5
1983	13.5	0.7	3.9		35.2	66.4	109.2	102.8	82.0	50.7	10.1	15.6	490.1
1984	5.3	6.7	0.4		52.5	65.5	179.4	119.6	169.0	36.6	0.2	1.3	636.5
1985	9.4	2.1	14.4	91.3	44.6	159.6	79.4	60.8	65.6	15.1	0.7	0.0	543.0
1986	0.0		0.0	10.4	57.4	193.8	69.3	70.6	50.8	28.1	5.2	0.0	485.6
1987	0.0	1.7	2.6	12.7	36.3	97.3	135.2	94.4	125.0	0.0	18.9	0.0	524.1
1988	0.5	13.6	37.8	11.1	56.2	144.0	106.0	135.6	89.4	4.7	7.9	0.0	606.8
1989		0.5	9.7	8.5	41.2								59.9
Promedio	7.7	6.8	9.9	24.9	49.0	108.9	122.5	102.3	89.2	45.9	7.7	5.3	

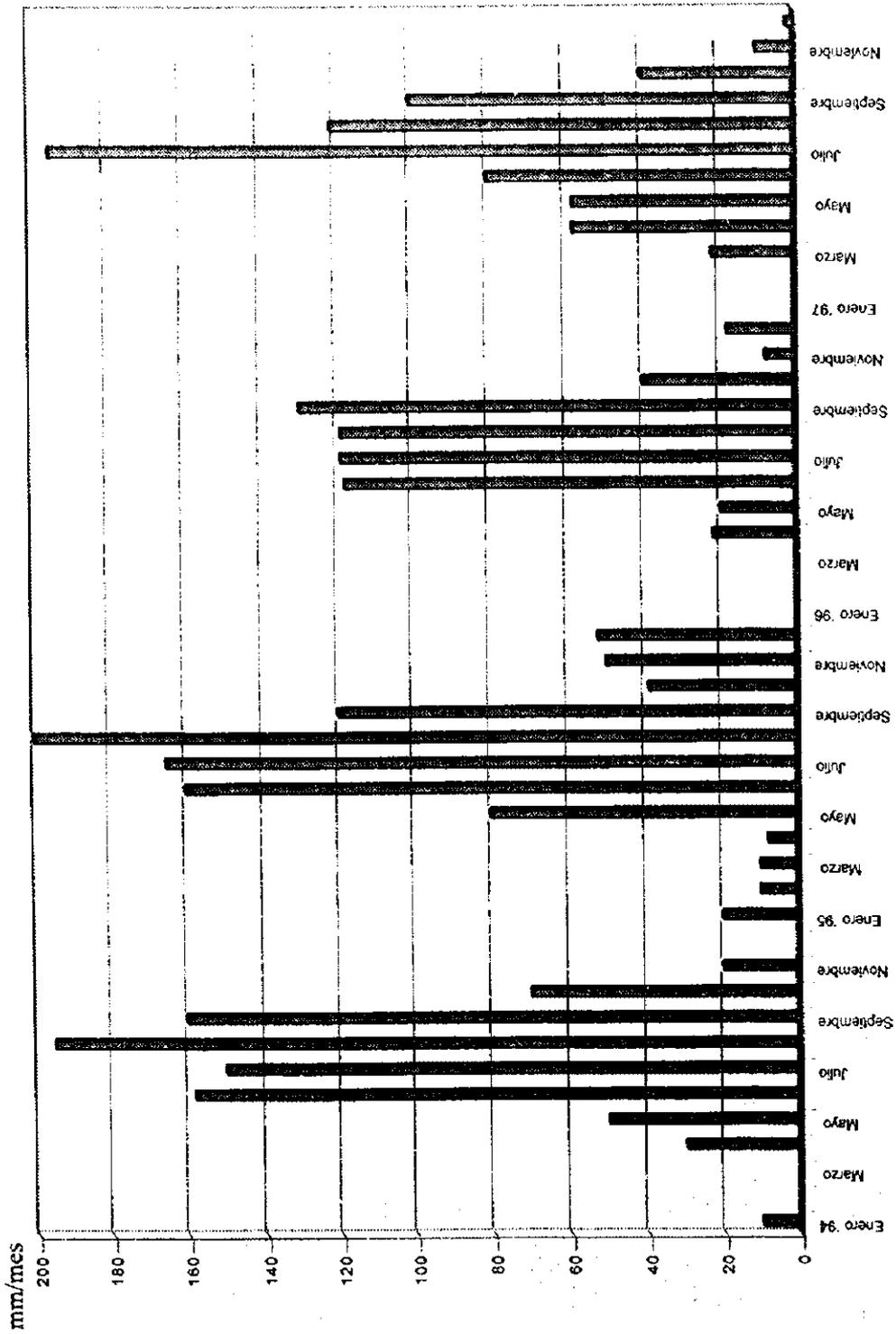


Figura 2-4: Precipitación Promedio (mm) (1994-1997)

Lluvia máxima en 24 horas

El comportamiento de la gráfica es similar al de la precipitación total, sólo que varían los valores, ya que de junio a septiembre se tiene una lluvia máxima de alrededor de 23 mm, y en los meses de noviembre a marzo los valores son menores a 6 mm.

En la Cuadro 2-5 se muestran datos de las lluvias máximas en 24 horas registradas en el aeropuerto internacional y en la estación Nezahualcóyotl.

Evaporación

La evaporación potencial en el Lago de Texcoco varía entre 1700 y 1950 mm, valor que supera, en forma considerable a la precipitación. Los meses de marzo, abril, mayo y junio, son los que generalmente presentan los mayores valores de evaporación.

En lo que respecta a la evaporación el área de estudio muestra una mayor evaporación a lo largo de los meses de verano, registrando los valores más bajos durante el invierno.

En cuanto a la zonificación de la evaporación en la zona, cabe indicar que ésta es más acentuada en la zona del ex-Lago de Texcoco que en el resto de la Ciudad de México. Al respecto, la Cuadro 2-6 muestra la variación de la evaporación en las cercanías de la zona de interés.

Frecuencia de elementos y fenómenos especiales

En las Cuadro 2-7 y Cuadro 2-8, se aprecian los elementos y fenómenos especiales que se presentaron en los últimos diez años en las estaciones meteorológicas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México y en Nezahualcóyotl respectivamente.

Vientos dominantes

Se observa que durante un largo período de tiempo, la dirección del viento fue muy variable, presentando direcciones en todos los sentidos de los cuatro puntos cardinales; sin embargo, a partir de 1985 se observó una tendencia que se conserva hasta el último año de registro y que indica que los vientos dominantes durante todo el año son débiles de no más de 4 m/seg, con dirección norte (Cuadro 2-9).

Asimismo, se presentan en el cuadro (Cuadro 2-10) el promedio diario de dirección y velocidad de vientos dominantes del mes de julio y de agosto de 1998, de la estación meteorológica de Bordo Poniente, en donde se observa la misma tendencia de los años anteriores.

Velocidad máxima del viento

Para el período 1970-1989 se indica que la velocidad máxima del viento fluctúa entre 12 y 22 m/seg, con dirección Norte (Cuadro 2-11).

La altura de la capa de mezclado para la zona, se presenta normalmente entre los 0 y 200 metros de altitud y la estabilidad atmosférica predominante de acuerdo a Pasquill es la tipo D.

Cuadro 2-5: Lluvia Máxima en 24 Hrs

Aeropuerto de la Ciudad de México

Unidad: mm

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1970	1.3	1.0	3.3	3.5	5.0	16.1	33.5	28.3	20.2	15.9	0.1	0.0
1971	0.5	1.1	8.6	2.2	7.9	39.8	27.4	29.7	32.6	24.0	6.1	3.5
1972	0.3	0.7	2.6	19.6	35.9	31.0	18.2	25.6	16.6	34.6	4.8	1.0
1973	0.0	4.5		33.8	14.0	14.0	23.4	31.1	16.9	12.5	26.6	
1974	2.0					26.1		14.1	30.7	10.9		0.0
1975	14.1	2.4	0.0	15.0	11.3	12.2	14.9	28.3	31.4	11.9	0.0	0.0
1976		9.1	3.4	10.3	8.8	11.6	19.8	55.0	23.7	35.6	2.2	18.3
1977	2.3	3.4	0.0	3.9	18.6	21.7	32.3	10.4	32.5	12.9	1.3	1.4
1978	3.9	7.4	20.8	1.6	12.0	28.1	15.3	10.3	13.9	38.4	7.3	9.3
1979		9.1	2.3	10.5		16.1	24.8	20.6	49.9	1.3		11.9
1980	10.3	3.2	4.7	9.8	13.9	12.5	20.0	36.7	23.9	12.7	4.8	0.0
1981	11.1	14.2	5.4	12.2	5.9	49.8	24.8	24.1	15.4	16.0	1.6	0.7
1982	0.0	5.1	8.8	9.5	10.2	36.0	51.7	10.1	12.3	30.9	1.8	2.0
1983	9.0	0.9	3.5		12.2	18.9	20.9	22.8	12.7	15.5	5.5	14.0
1984	3.3	3.4	0.4		15.4	12.4	24.8	20.7	56.2	10.7	0.2	0.7
1985	9.2	1.3	8.0	28.9	13.7	41.2	21.1	14.0	12.4	8.0	0.7	0.0
1986	0.0		0.0	5.8	21.5	46.3	19.2	10.9	14.6	11.0	1.9	0.0
1987	0.0	0.9	1.0	5.6	10.3	18.5	30.6	23.8	44.0	0.0	10.1	0.0
1988	0.5	10.7	32.4	5.6	14.1	28.0	16.2	38.7	29.3	3.0	7.3	0.0
1989		0.5	4.8	6.5	15.4							
Promedio	4.0	4.4	6.2	11.1	13.6	25.2	24.5	24.0	25.7	16.1	4.8	3.5

Cuadro 2-6: Evaporación Total (mm)

Aeropuerto de la Ciudad de México

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Suma
Año													
1970	188.0	153.2	70.7	182.1	150.6	157.6	142.6	153.8	145.5	181.4	168.5	212.9	1906.9
1971	167.1	166.3	201.6	210.0	237.6	155.3	144.8	132.9	138.2	129.7	145.3	157.7	1986.5
1972	150.4	153.6	195.3	212.9	164.6	144.0	132.1	156.4	145.8	137.6	132.3	110.0	1835.0
1973	138.6	154.3	217.9	225.2	208.7	162.7	127.6	119.3	106.0	98.2	112.9	196.3	1867.7
1974	104.5						112.6	146.7	130.3	134.0	101.5	130.1	859.7
1975	99.0	144.2	193.0	225.2	153.2	110.9	129.6	115.4	107.0	136.4	130.5	135.1	1679.5
1976	131.0	138.1	154.1	152.4	140.7	159.5	185.7	115.1	114.3	97.7	11.7	70.9	1471.2
1977	97.5	107.4	178.8	155.2	161.0	116.3	116.7	140.5	135.8	120.7	89.7	82.9	1502.5
1978	111.0	117.7	177.6	199.6	193.3	117.4	119.0	126.7	99.8	79.2	90.8	85.9	1518.0
1979	106.5	109.8	179.0	160.4		148.9	151.1	112.1	100.1	142.6	99.4	89.2	1399.1
1980	93.3	147.0	197.1	160.0	145.7	153.9	141.1	121.0	105.1	118.0	88.3	87.1	1557.6
1981	86.9	105.3	158.2	163.7	160.4	39.1	130.1	119.5	88.4	97.3	99.0	92.2	1340.1
1982	86.5	114.8	119.0	104.0	140.1	174.2	135.1	146.4	139.1	112.7	76.3	87.3	1435.5
1983	110.6	104.9	107.8	173.3	196.6	173.1	128.1	128.6	97.0	120.2	91.4	88.8	1520.4
1984	94.0	121.5	175.3		158.5	130.9	117.1	111.6	86.7	125.7	103.6	79.3	1304.2
1985	91.7	124.7	164.4	125.9	154.3	118.3	116.5	119.8	142.7	113.0	99.1	81.4	1451.8
1986	96.5	142.3	195.5	160.7	143.8	109.6	129.3	108.3	121.5	102.3	91.4	96.6	1497.8
1987	118.0	149.2	183.8	171.6	179.8	130.8	108.3	144.6	154.8	154.4	108.3	108.0	1711.6
1988	109.0	134.6	153.8	172.7	178.1	141.5	123.0	128.3	122.2	114.3	110.0		1487.5
1989	76.9	94.8	183.3	152.4	159.5								666.9
Promedio	112.9	130.7	168.7	172.6	168.1	135.8	131.1	128.8	120.0	121.9	102.6	110.7	

Cuadro 2-7: Frecuencia Mensual de Elementos y Fenómenos Especiales (1)

Estación: Nezahualcóyotl (Palacio Municipal) Mex.

	Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Num. Días con lluvia apreciable	10	1.18	2.18	2.81	5.45	9.8	12.72	17.9	16.9	14	7.6	2.9	1.8	95.24
Num. Días con lluvia inapreciable	10	1.36	1.27	3.09	3.18	5.5	4.27	2.9	2.8	1.7	2.5	2	0.9	31.47
Num. Días despejados	10	20.09	18	16.36	12.54	8.1	5.45	2.5	3.2	6.4	11.4	14.2	16.8	135.04
Num. Días medio nublados	10	8.18	8.09	12.9	14.1	16.6	16.27	19.5	20	15.5	14.4	12.7	11.8	170.04
Num. Días nublado/cerrado	10	2.72	2.18	1.72	3.36	6.3	8.27	9	7.8	8.1	5.2	3.1	2.4	60.15
Num. Días con rocío	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Num. Días con granizo	10	0	0	0	0.18	0.4	0.27	1.2	0.4	0.1	0.1	0.3	0.2	3.15
Num. Días con helada	10	6	1.81	0.09	0	0	0	0	0	0	0.6	1.9	7.4	17.8
Num. Días con tormenta eléctrica	10	0	0	0	1.36	1.8	2	1.7	0.9	0.6	0.3	0.4	0.1	9.16
Num. Días con niebla	10	1.54	0.45	0.18	0.09	0	0	0.3	0	0.3	1.1	1.5	1.9	7.36
Un. Días con nevada	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Cuadro 2-8: Frecuencia Mensual de Elementos y Fenómenos Especiales (2)

Aeropuerto Internacional Benito Juárez, Gustavo A. Madero, D.F.

	Años	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Anual
Num. Días con lluvia apreciable	12	1.75	2.63	3.18	6.72	11.63	17	19.33	18.08	14.75	8.25	2.41	1.5	107.23
Num. Días con lluvia inapreciable	12	0.58	1	1.63	2.9	2.27	1.81	2.5	2.58	1	1.83	1.91	0.83	20.84
Num. Días despejados	11	15.25	12.63	10.9	10.81	4.45	2.36	3	2.5	3.33	6	9.63	12.81	93.67
Num. Días medio nublados	11	10.83	11	15.27	15.45	16.18	10.45	8.72	7.66	8	11.3	13.45	12.9	141.21
Num. Días nublado/cerrado	11	4.91	4.63	4.81	3.72	7.63	17.18	19.27	20.63	18.66	13.7	6.9	5.18	127.42
Num. Días con rocío	2	0	0	0	0	0.18	0	0	0.08	0	0.66	0.58	0.08	1.58
Num. Días con granizo	12	0	0	0	0.27	0.18	0.18	0	0.25	0.08	0.08	0.08	0	1.12
Num. Días con helada	12	5.41	2.09	0.27	0.36	0	0	0.08	0	0	0.25	1.91	2.5	12.87
Num. Días con tormenta eléctrica	12	0.16	0.09	0	0	1.45	1.72	1.16	2.58	0.91	0.58	0	0	8.65
Num. Días con niebla	12	4.83	4.09	9.09	9.09	6.09	6.63	9.91	4.58	7.66	8.08	6.33	7.66	84.04
Un. Días con nevada	12	0	0.27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.27

Cuadro 2-9: Vientos Dominantes y Velocidad Media

aeropuerto de la ciudad de México

Unidad: m/seg

Año	Mes											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1970	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1971	C	C	C	C	C	N 2.4	N 1.6	NE 2.0	N 2.4	N 4.2	N 1.4	N 2.5
1972	SSE 2.8	N 2.5	N 2.3	N 1.1	S 2.6	N 1.4	N 3.0	N 1.8	N 1.7	N 1.8	N 1.6	N 1.8
1973	SE 2.3	SE 3.1	S 3.3	S 1.7	NE 3.6	NNE 2.6	N 2.3	NNE 2.2	N 1.3	N 1.9	N 1.7	N 1.4
1974	N 1.8					N 1.8	N 1.8	N 1.3	NNE 2.6	NNE 2.6	NNE 2.1	SSW 2.6
1975	NE 1.6	SE 2.8	SE 3.4	NNE 2.2	NNE 2.3	N 2.6	NE 2.6	NE 1.9	NNW 2	SE 2.3	NS 1.8	SE 1.5
1976	NE 2.2	E 1.9	SE 3.1	SE 2.6	SE 2.4	E 3.3	SW 2.21	SE 2.4	NE 1.6	E 2.0	N 1.7	ENE 1.5
1977	SSE 2.4	S 2.5	SSE 3.1	SE 2.2	NNE 2.0	NNE 2.4	NNE 2.3	NNE 2.7	NNE 2.0	N 1.6	ESE 2.1	
1978	ESE 2.3	N 1.8	SSE 4.2	SSE 2.6	NNE 2.1	NNE 1.8	NNE 1.4	N 1.9	NE 1.8	N 1.4	N 1.1	S 2.0
1979	S 1.7	N 2.0	SE 3.1	NNE 2.2		N 2.2	N 2.2	N 1.6	NNE 1.8	NNE 2.4	SE 3.4	NNE 1.7
1980	SSW 3.5	NNE 2.8	SSW 4.2	NNE 2.8	NNE 2	ENE 2.9	NNE 1.4	NW 1.9	N 1.8	NNE 1.4	NNE 1.5	NNE 1.2
1981	SSE 2.8	E 1.2	S 3.0	ENE 2.2	ENE 2.9	NE 2.9	NE 3.7	ENE 3.3	NNE 3.0	ENE 2.3	NE 2.9	SSE 3.6
1982	SSE 3.5	NE 2.1	ENE 3.1	ENE 2.2	ENE 2.0	ENE 2.8	ENE 2.6	NNE 2.7	NE 3.6	NWE 3.6	ENE 3.0	SSE 3.8
1983	SSE 3.9	SSE 3.6	SSW 5.6	SSW 5.3	SSW 5.0	NE 3.6	NNE 3.4	NNE 3.2	NNE 3.2	NNE 4.4	NE 2.7	SE 2.7
1984	ESE 1.6	ESE 2.0	ESE 4.0	SE 4.3	SSW 4.5	NE 3.2	NE 3.2	NE 3.2	NE 3.6	ESE 2.3	N 3.2	ESE 1.4
1985	SE 2.4	N 3.3	N 3.3	N 3.2	N 3.3	N 3.3	N 3.4	N 3.2	N 3.2	N 3.2	N 2.8	N 2.9
1986	N 2.8	N 3.8	N 3.0	N 3	N 2.7	N 2.3	N 3.5	N 3.2	N 3.3	N 3.3	N 3.6	SE 3.2
1987	S 3.6	N 3.4	N 2.9	N 2.9	N 3.6	N 3.9	N 3.8	N 3.9	N 4.0	N 3.9	N 3.0	N 2.5
1988	N 2.3	N 3.2	N 3.4	N 3.7	N 3.7	N 3.8	N 3.0	N 3.8	N 3.6	N 3.4	N 3.0	N 2.9
1989	N 3	N 4.1	N 4.0	N 3.4	N 4.2							

Cuadro 2-10: Promedio Diario de Dirección y Velocidad de Vientos Dominantes de los Meses de Julio y Agosto

Día	Dirección	Velocidad, m/seg	Día	Dirección	Veloc. m/seg
01.07.98	NE	1.9	01.08.98	NE	2.7
02.07.98	NE	2.0	02.08.98	NE	2.9
03.07.98	SE	5.2	03.08.98	NE	1.7
04.07.98	NE	1.7	04.08.98	no. deter.	no. deter.
05.07.98	SE	2.5	05.08.98	NE	3.7
06.07.98	NE	2.4	06.08.98	NE	1.7
07.07.98	NW	3.0	07.08.98	SE	8.5
08.07.98	NW	3.8	08.08.98	NE	2.4
09.07.98	NE	5.7	09.08.98	NE	3.2
10.07.98	SE	2.7	10.08.98	NE	2.5
11.07.98	SE	3.0	11.08.98	NE	2.0
12.07.98	NE	2.0	12.08.98	NE	2.5
13.07.98	NE	2.2	13.08.98	NE	4.0
14.07.98	NE	3.2	14.08.98	SE	2.7
15.07.98	NE	3.0	15.08.98	SE	4.3
16.07.98	SE	2.3	16.08.98	SE	2.7
17.07.98	SE	2.9	17.08.98	SE	2.4
18.07.98	NE	3.0	18.08.98	NW	2.5
19.07.98	NE	2.2	19.08.98	NW	3.4
20.07.98	NE	3.1	20.08.98	NW	4.8
21.07.98	NW	2.8	21.08.98	NW	3.3
22.07.98	NE	2.8	22.08.98	NE	2.0
23.07.98	NE	3.4	23.08.98	NE	3.3
24.07.98	NE	3.2	24.08.98	NE	2.2
25.07.98	NE	3.9	25.08.98	NE	3.2
26.07.98	NE	4.2	26.08.98	NE	2.8
27.07.98	NE	4.0	27.08.98	NE	2.7
28.07.98	NE	3.0	28.08.98	MW	2.9
29.07.98	NE	2.1	29.08.98	NE	2.9
30.07.98	NE	1.6	30.08.98	NW	2.6
31.07.98	NW	2.6	31.08.98	NE	2.6

Promedio mensual velocidad: 2.9 m/seg en julio, 4.1 m/seg en agosto

Promedio mensual dirección : Noreste 20 días en julio y Noreste 19 días en agosto

Fuente: Estación meteorológica Bordo Poniente

Cuadro 2-11: Velocidad Max. del Viento y su Dirección

Aeropuerto de la Ciudad de México

Unidad: m/seg

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
1970	W 16.8	N 16.3	SE 21.0	N 22.8	NNW 18.2	N 18.8	N 15.9	SE 17.3	ENE 22.2	ESE 14.4	NNW 13.7	NNW 10.1
1971	NNE 18.3	SSE 15.9	SSE 20.2	N 20.1	E 20.2	N 17.8	NNE 17.3	NNE 13.8	NE 14.7	NNE 16.4	N 14.2	SSW 17.0
1972	N 15.0	SW 19.0	SE 16.2	E 19.0	NW 19.3	NE 22.9	SSE 15.3	NNE 15.0	N 18.5	NE 14.6	N 14.2	WSW 10.0
1973	S 16.3	S 14.6	SSE 20.0	SW 21.2	ESE 22.8	NNE 13.8	NNE 15.6	N 17.8	S 18.0	W 14.8	N 7.0	SSW 13.9
1974	SSE 14.0						SE 15.0	NNE 17.3	NNE 14.0	NNE 14.2	NNE 16.0	SSW 17.8
1975	S 16.4	SE 16.0	E 14.2	NW 16.0	SE 20.0	ENE 20.7	N 17.0	NW 5.0	SSE 13.9	E 14.8	S 16.8	NNW 14.0
1976	NNE 14.2	N 12.0	ESE 19.0	N 17.0	SSE 16.2	SW 17.2	SW 17.0	NW 15.0	SSE 13.9	E 14.8	S 16.8	WNW 12.5
1977	WSW 15.3	S 17.0	SW 17.0	NE 17.0	S 15.9	NNE 14.0	E 15.2	NNE 19.7	ESE 17.0	NE 14.1	WNW 12.4	
1978	SSE 13.8	SSE 24.0	S 16.0	SSE 16.8	NNE 20.2	S 17.8	NE 13.0	NNE 15.9	NE 12.0	E 14.7	SE 8.0	SE 12.0
1979	SSW 12.1	SE 19.0	SW 15.0	SE 20.0		NNE 18.9	NNE 17.0	ENE 20.0	NE 16.3	NNE 14.0	SE 12.2	SSE 11.9
1980	NNE 10.0	SSW 24.5	ENE 18.0	S 22.5	SE 14.0	E 19.0	NE 10.0	NNW 15.9	ENE 14.0	NNE 11.4	SW 13.0	ESE 12.0
1981	WSW 17.3	NNW 20.0	S 17.0	S 18.0	SSW 16.7	SE 16.7	NE 16.7	ENE 13.6	SE 15.3	SSE 16.1	NE 10.0	NE 12.8
1982	SW 13.5	S 16.0	SE 17.4	NNE 16.5	ESE 18.9	E 16.1	ESE 17.4	ESE 14.7	WNW 21.0	SSE 17.0	SSW 14.2	SSE 14.7
1983	WSW 15.4	SSE 19.2	SW 17.5	WSW 17.4	ESE 18.9	SSW 14.4	SE 18.8	E 16.8	NE 15.3	ENE 16.4	NE 14.7	SSW 13.3
1984	WNW 15.0	SSE 13.6	NW 17.2	N 16.7	NE 19.2	ESE 16.7	SE 18.3	E 19.6	SSW 13.3	SE 14.9	NE 14.1	SE 13.5
1985	SSW 15.6	SSW 14.4	SSE 18.2	ENE 16.8	SSW 15.8	ENE 15.0	NNE 17.2	E 12.8	NNE 16.3	N 15.3	N 16.8	NNE 11.8
1986	N 11.5	S 18.9	SW 16.7	SSE 16.8	N 15.0	ESE 15.9	SSE 17.2	ENE 16.6	N 15.0	S 14.1	N 12.0	SSW 15.4
1987	SSW 12.9	W 17.0	SW 17.0	SW 13.7	N 16.8	NNW 16.9	NE 14.7	N 12.2	N 18.2	ESE 19.2	N 13.0	
1988	S 16.2	NNW 12.7	NNW 12.7	SSW 22.8	NE 16.8	SSW 20.2	E 20.8	N 16.8	NNE 17.9	N 12.7	N 12.3	
1989	SSW 12.4	N 13.6	N 13.6	N 18.5	WNW 17.8	WNW 18.0						