

**ESTUDIO SOBRE  
EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
PARA  
LA CIUDAD DE MÉXICO  
DE  
LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

**INFORME FINAL  
VOLUMEN II (S)**

**INFORME PRINCIPAL**

JICA LIBRARY



J 1151142 (5)

**MAYO 1999**

**KOKUSAI KOGYO CO., LTD.**

**S S S**

**JR**

**99-083**



AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DEL JAPÓN (JICA)

GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL DE  
LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS

**ESTUDIO SOBRE  
EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS  
PARA  
LA CIUDAD DE MÉXICO  
DE  
LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS**

**INFORME FINAL  
VOLUMEN II (S)**

**INFORME PRINCIPAL**

**MAYO 1999**

**KOKUSAI KOGYO CO., LTD.**



1151142 [5]

## PREFACIO

En respuesta a una solicitud del Gobierno de los Estados Unidos Mejicanos, el Gobierno de Japón decidió realizar un Estudio de Desarrollo sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la ciudad de México de los Estados Unidos Mejicanos, y le encomendó ese estudio a la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (JICA).

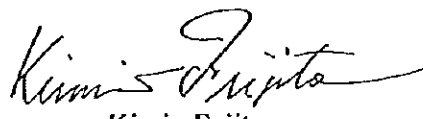
JICA seleccionó y despachó un grupo de estudio encabezado por el Sr. Hiroshi Kato, de la compañía Kokusai Kogyo CO., LTD. a México, durante tres veces entre Junio de 1998 a Mayo de 1999. Adicionalmente, JICA organizó un comité asesor encabezado por el Dr. Kunitoshi Sakurai, del Instituto Internacional de Planificación Ambiental, entre Junio de 1998 a Mayo de 1999.

El grupo de estudio mantuvo discusiones con los funcionarios involucrados del Gobierno de México y condujo estudios de campo en el área de estudio. Luego, al regresar a Japón el grupo de estudio realizó más estudios y preparó este Informe Final.

Espero que este informe contribuirá a la promoción del proyecto y a mejorar la relación de amistad entre nuestros dos países.

Finalmente, deseo expresar mi sincero agradecimiento a los funcionarios involucrados del Gobierno de México, por la gran cooperación brindada al Equipo de Estudio.

Mayo de 1999



Kimio Fujita

Presidente

Agencia de Cooperación Internacional de Japón

Mayo de 1999

Sr. Kimio Fujita  
Presidente  
Agencia Internacional de Cooperación de Japón

### Carta de Transmisión

Estimado Sr. Fujita,

Nos complacemos en entregar el Informe sobre el Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos.

Este informe consiste de tres componentes: un estudio sobre las prácticas actuales de manejo de residuos en la Ciudad de México; la formulación del Plan Maestro de Residuos Sólidos hasta el año 2010; y el Estudio de Factibilidad sobre los proyectos prioritarios delineados en el Plan Maestro.

En el estudio sobre las prácticas actuales, se condujeron investigaciones en seis tipos de campos y se recolectaron y analizaron datos e informaciones existentes de varias fuentes. De esta manera se comprendió completamente la situación actual del manejo de residuos sólidos en la Ciudad de México, y se identificaron los temas a ser considerados.

El Plan Maestro se formuló procurando resolver estos temas, con metas finales de promover el bienestar de los ciudadanos, implantar el manejo de residuos sólidos sostenible y contribuir a la conservación del medio ambiente. En el Plan Maestro proponemos el planeamiento de un marco de trabajo que muestre una implementación y estrategias hacia las metas en forma escalonada. También hemos sugerido planes de mejoramiento técnico e institucional, un programa de educación pública y opciones de financiamiento.

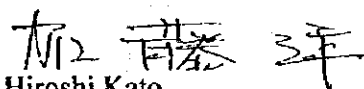
El Estudio de Factibilidad se llevó a cabo sobre tres proyectos prioritarios, los cuales deberían ser comenzados durante los años de 1999 a 2001: introducción de una nueva planta de compostaje, expansión vertical del sitio de disposición final existente, y construcción de un nuevo sitio de disposición final. De la evaluación técnica, financiera, económica, institucional, social y ambiental de estos proyectos, concluimos que ellos serán viables y sólidos en cada aspecto.

Durante el estudio se realizaron dos seminarios sobre transferencia de tecnología con unos 200 participantes en cada uno. Los seminarios fueron reportados en los periódicos y atrajeron mucha atención del público en general.

Deseáramos aprovechar esta oportunidad para expresar nuestro sincero agradecimiento a su Agencia, el Ministerio de Relaciones Exteriores y el Ministerio de Salud y Bienestar de Japón. Deseamos también extender nuestro profundo agradecimiento al Gobierno del Distrito Federal, la Embajada de Japón y la Oficina de JICA en México por su cooperación vital durante la realización de este estudio en los Estados Unidos Mexicanos.

Finalmente, pero de no menos importancia, esperamos que el producto de nuestro estudio presentado aquí, contribuirá al mejoramiento del manejo de los residuos sólidos y el bienestar de los ciudadanos en la Ciudad de México.

Respetuosamente,



Hiroshi Kato

Líder del Equipo

Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos  
para la Ciudad de México de los Estados Unidos  
Mexicanos

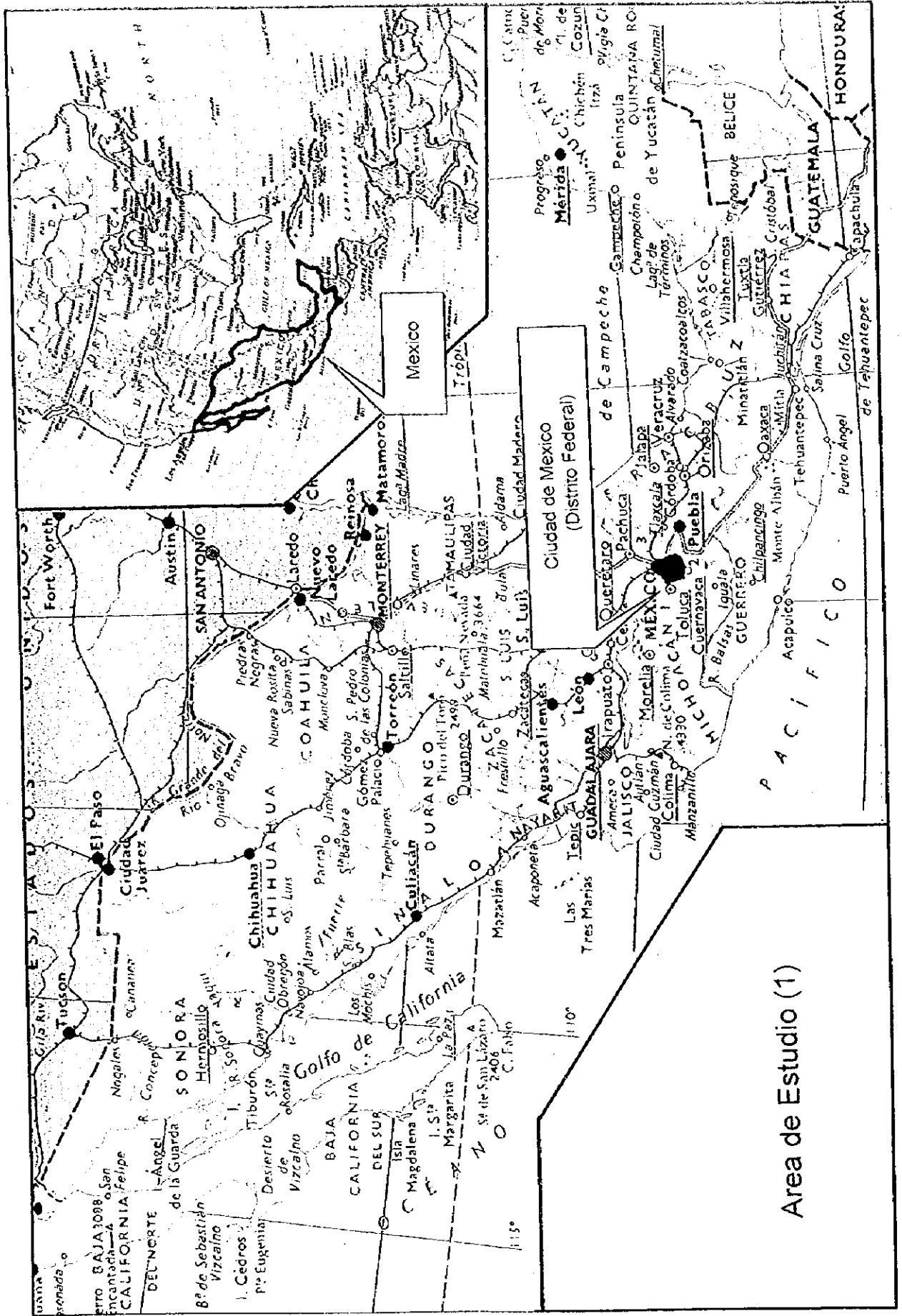
## Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos

### Lista de Volúmenes

Volumen I	Resumen Ejecutivo
Volumen I(S)	Sumario Ejecutivo (Versión en Español)
Volumen II	Informe Principal
Volumen II(S)	Informe Principal (Versión en Español)
Volumen III	Anexo
Volumen III(S)	Anexo (Versión en Español)
Volumen IV	Libro de Datos
Volumen IV(S)	Libro de Datos (Versión Español)
Volumen V	Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)
Volumen V(S)	Manifestación de Impacto Ambiental (Versión en Español)

### *Este es el Informe Principal.*

En este informe, se estimaron los costos del proyecto utilizando los precios de Septiembre de 1998 con un tipo de cambio de 1 US\$ = 135.00 Yenes Japoneses = 9.10 pesos.

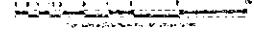


Area de Estudio (1)



# DISTRITO FEDERAL

ESCALA 1:400,000



SIMBOLOS

	CAPITAL DE LA FEDERACION		UNIVERSIDAD NACIONAL
	CAPITAL DEL ESTADO		UNIVERSIDAD
	CAPITAL DEL DISTRITO		UNIVERSIDAD DE CIENCIAS
	INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACION		INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES
	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA		INSTITUTO NACIONAL DE SALUD PUBLICA
	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA Y DEMOGRAFIA		INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA
	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA Y DEMOGRAFIA		INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA
	INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA, GEOGRAFIA Y DEMOGRAFIA		INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA Y GEOGRAFIA

Bordo Poniente Etapa IV  
Sitio de Disposición Final

Santa Catarina  
Sitio de Disposición Final

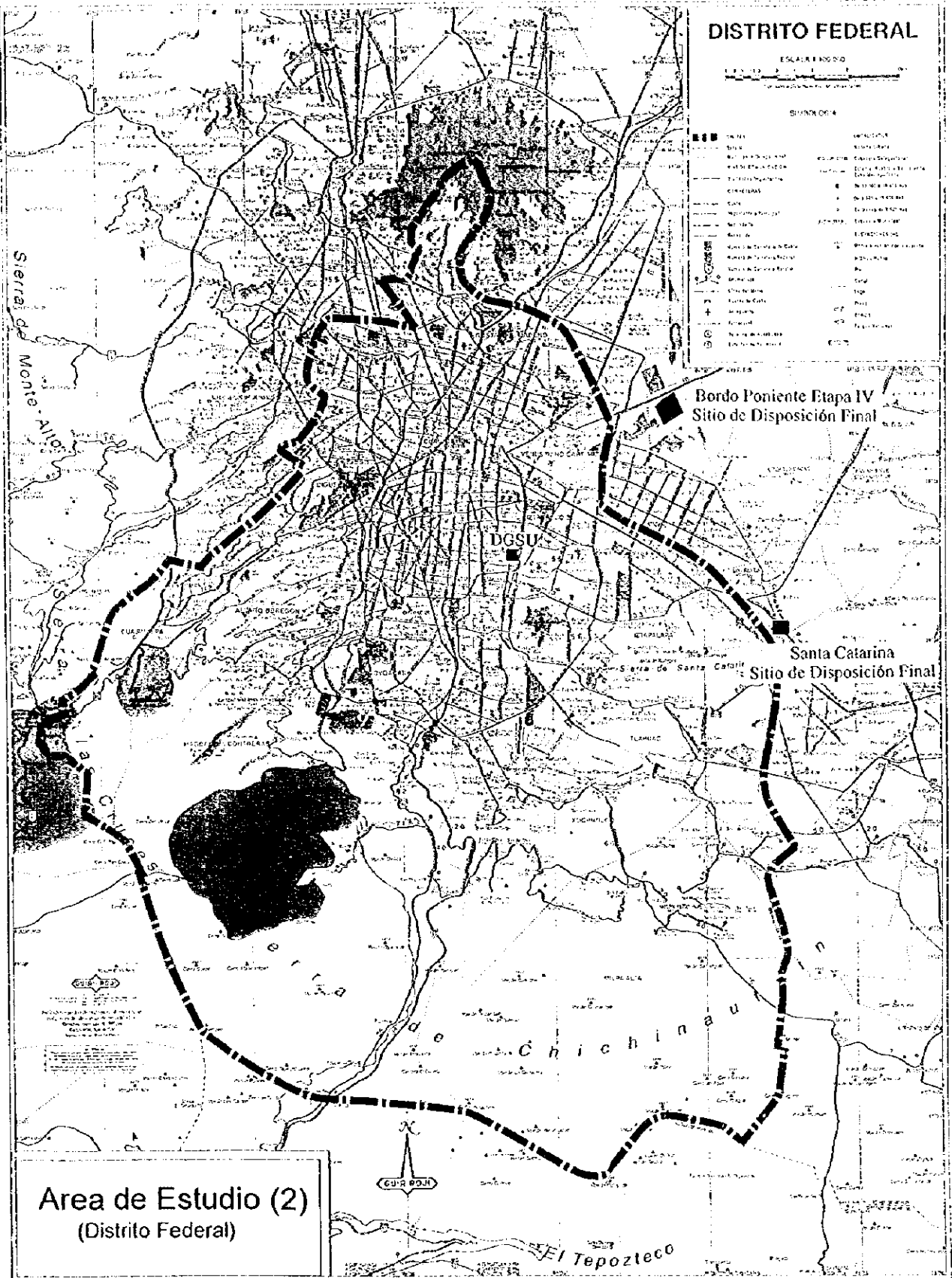
DGSU

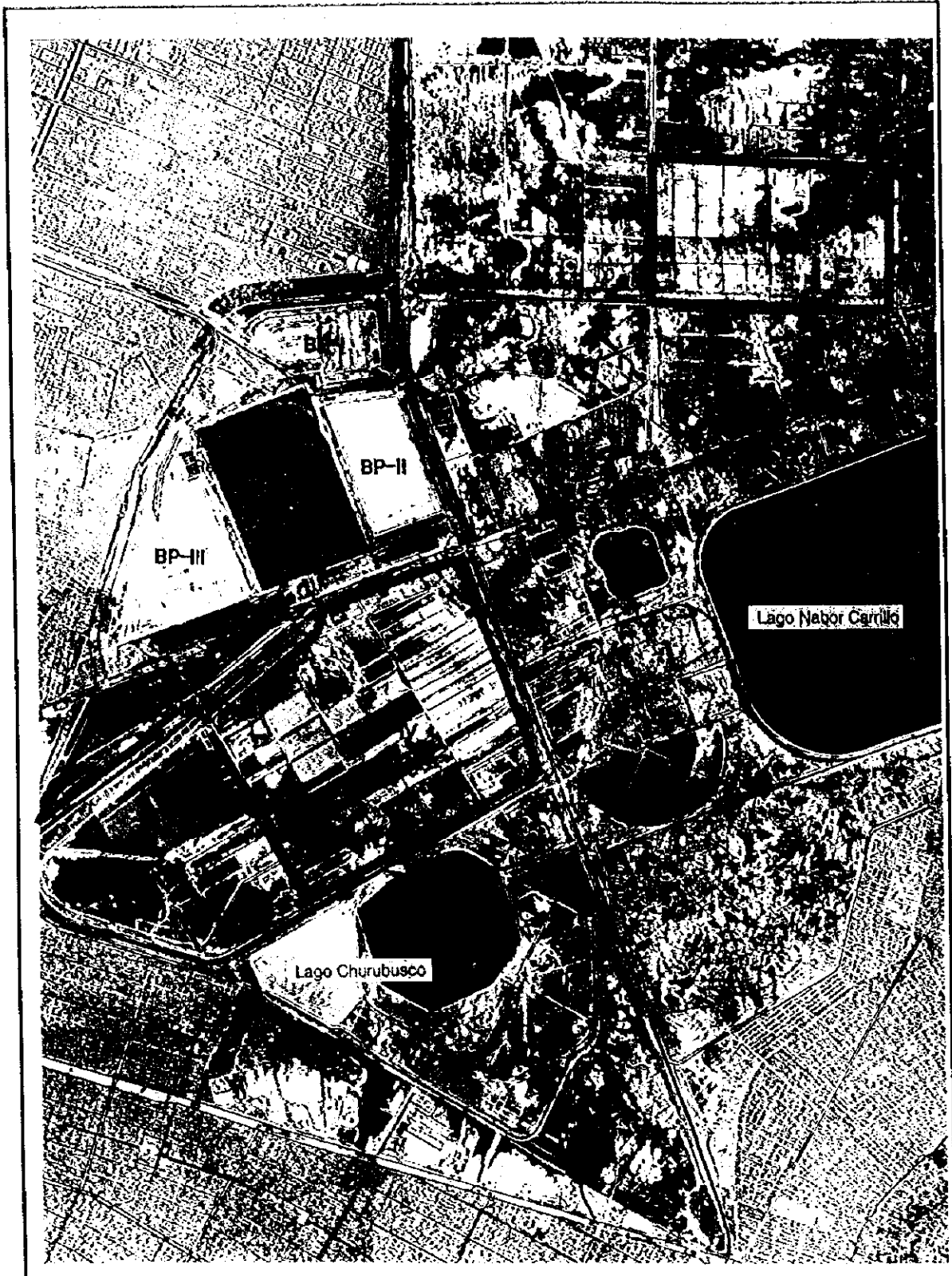
Sierra de Monte Alto

Area de Estudio (2)  
(Distrito Federal)


CURBOU

El Tepozteco

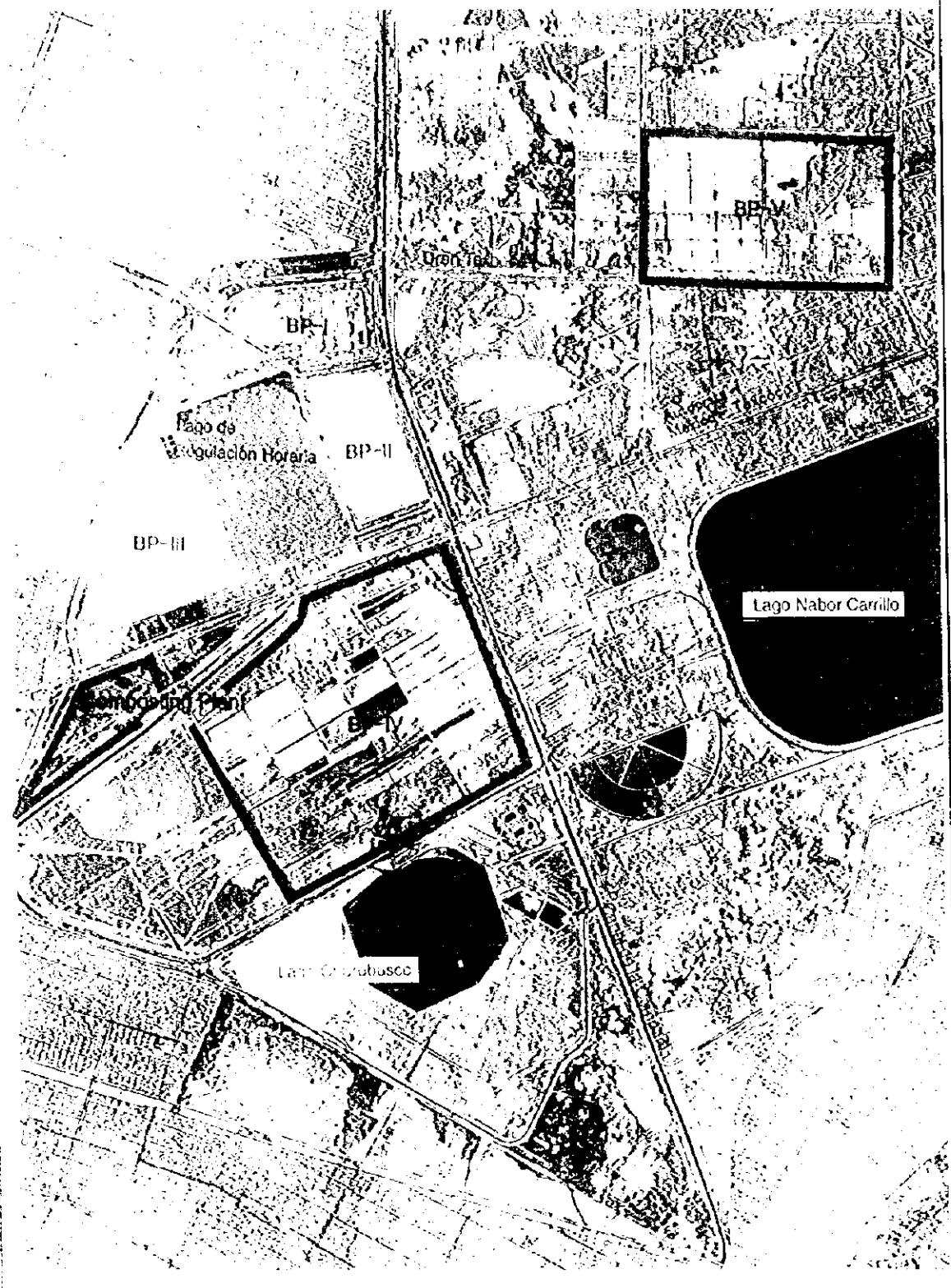




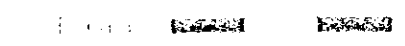
Ubicación de los Proyectos  
Prioritarios

0 1,000 2,000 m  
Escala: 

**KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.**



Urbanización de las Plantas  
Papelarias



KOKUSAI KOGYO Co., Ltd.



*Dirección General de Servicios Urbanos (DGSU), donde el equipo de estudio instaló su oficina.*



*Reunión sobre el Informe Inicial en julio de 1998.*



*Se realizó un taller en septiembre de 1998.*

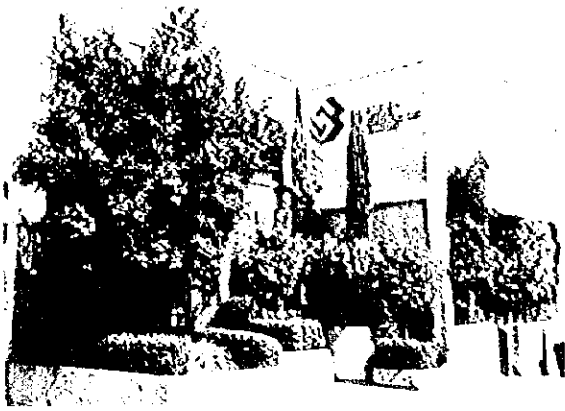


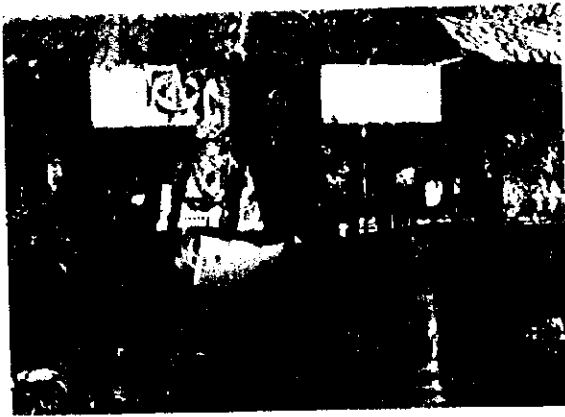
*Firma de las Minutas de la Reuniones para el Informe de Avance (I) en octubre de 1998.*



*Se llevó a cabo un seminario sobre el Informe Intermedio en noviembre de 1998.*



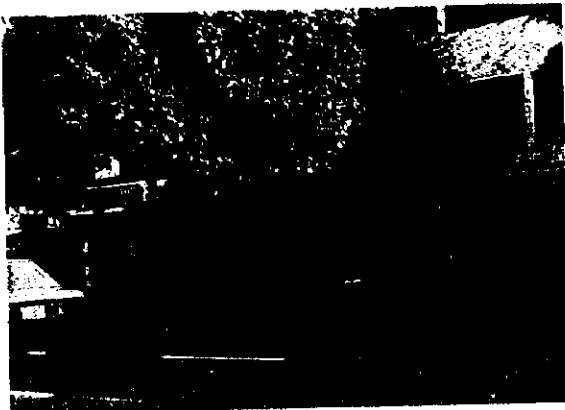




*Se utilizan tambores de aceite como contenedores de residuos.*



*También se utilizan los tambores de aceite como carritos de barrendero.*



*Los materiales reciclables (que se guardan en bolsas de plástico como en la foto) se recolectan por separado a partir de los residuos no reciclables.*



*Los residuos recolectados por los carritos son transferidos al vehículo de recolección.*



*El vehículo de recolección recibe materiales reciclables y no reciclables del carrito.*



*Un vehículo de recolección recorriendo la ciudad.*



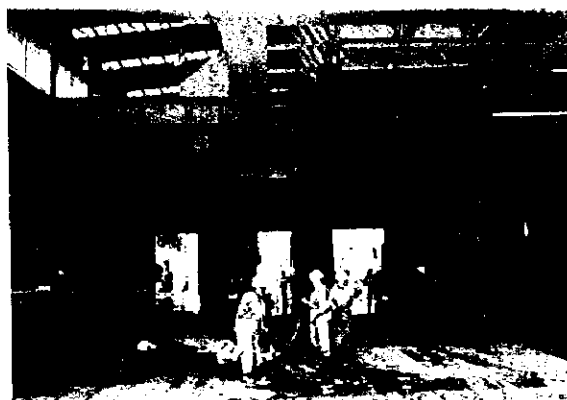
*Vehículo de recolección entrando a una estación de transferencia.*



*Ingreso de residuos a la estación de transferencia. Los residuos serán transferidos de vehículos de recolección a tractocamiones.*



*Los residuos se llevan a un tractocamión.*



*Un tractocamión y una tolva.*



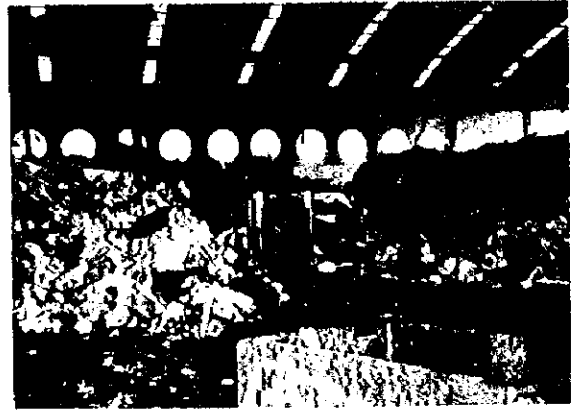
*Se cubre la parte superior del tractocamión para evitar que los residuos se dispersen.*



*Tractocamión de gran capacidad (70 m<sup>3</sup>) transportando residuos.*



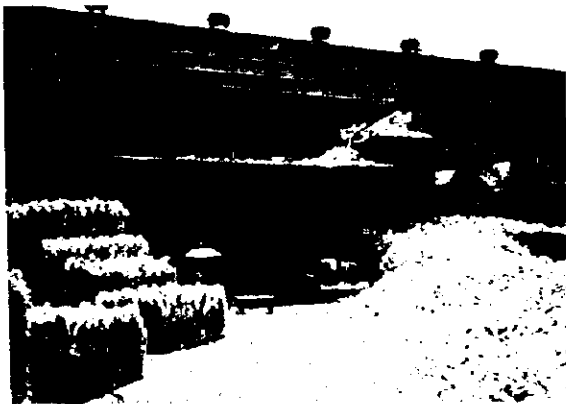
*Planta de Selección de Bordo Poniente.*



*Plataforma de la Planta de Selección.*



*Bandas de selección (capacidad : 500 ton/día x 3 líneas)*



*Equipo para embotaje de botella P.E.T.*



*Las botellas de vidrio recolectadas se almacenan y clasifican de acuerdo a su tipo.*

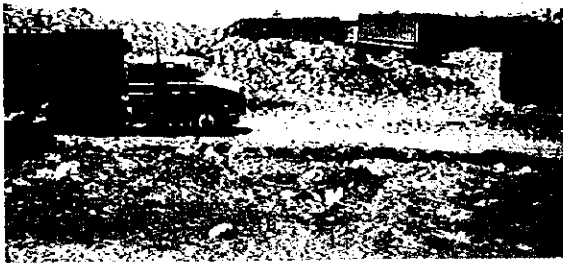




*Básculas a la entrada del Relleno Bordo Poniente Etapa IV.*



*Tractocamión en espera de descargar sus residuos.*



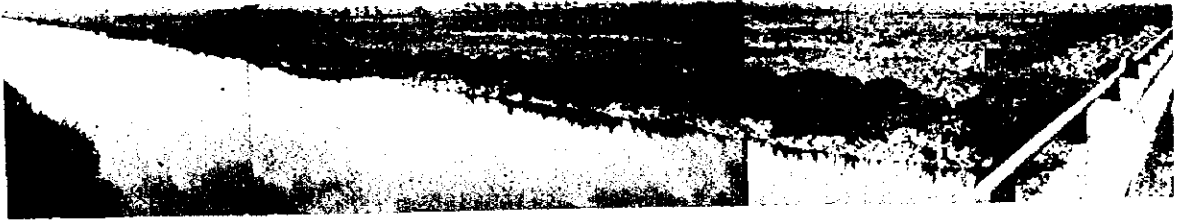
*Área de descarga de residuos en el Relleno de Bordo Poniente.*



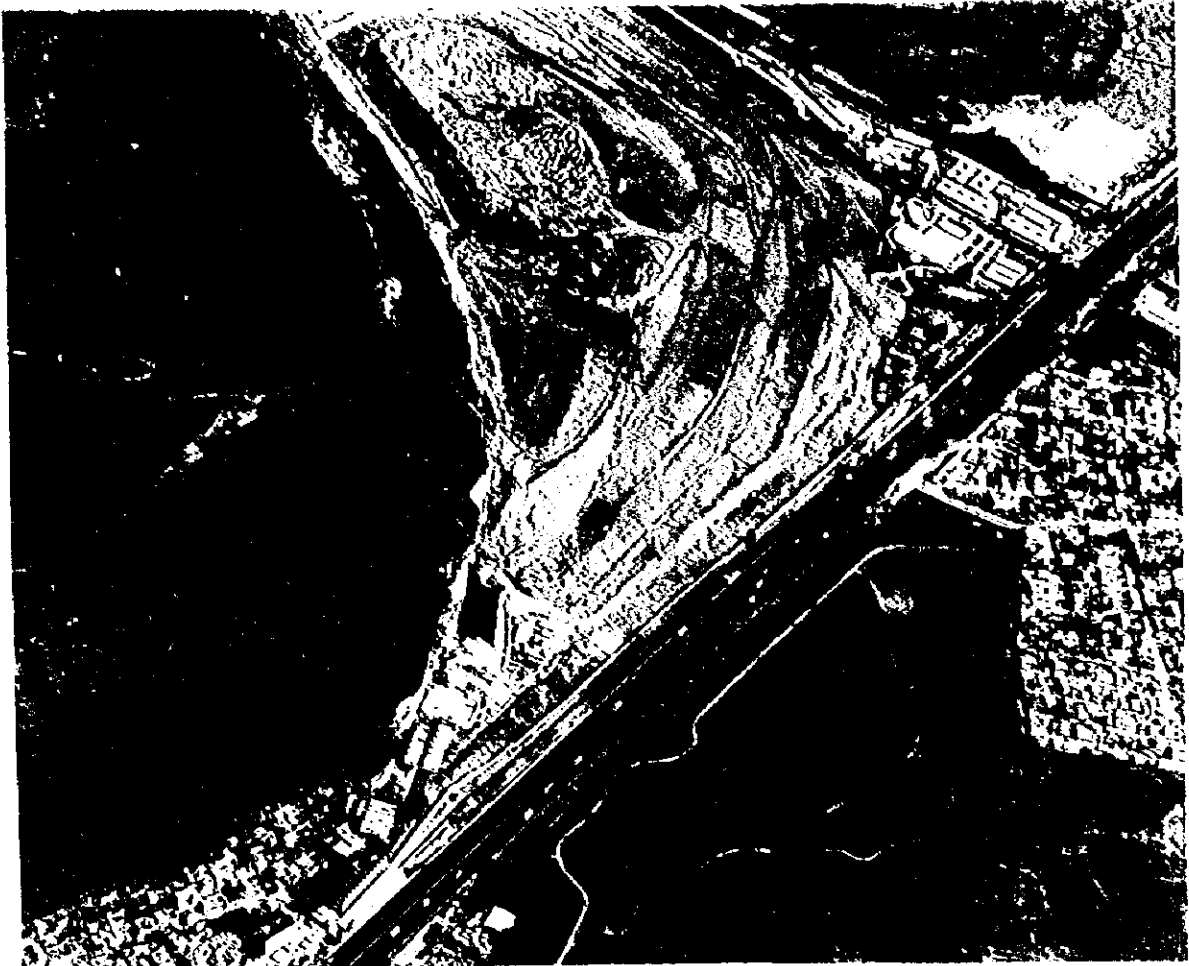
*Dispersión y compactación de residuos con un bulldozer.*



*Relleno Bordo Poniente Etapa IV.  
El frente muestra la construcción de un futura celda con membrana impermeable. El fondo presenta una celda rellena actualmente.*



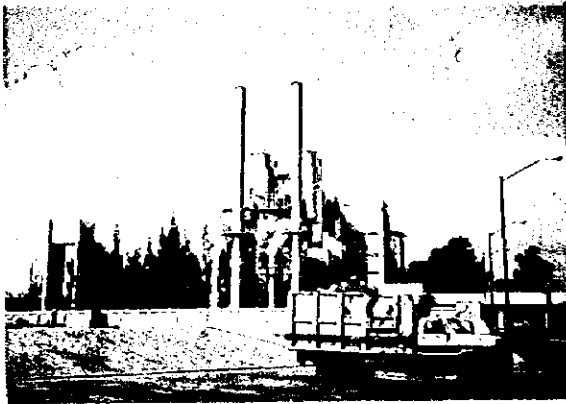
*Canal de la Compañía que fluye a lo largo del sitio de Relleno Bordo Poniente (Etapa IV).*



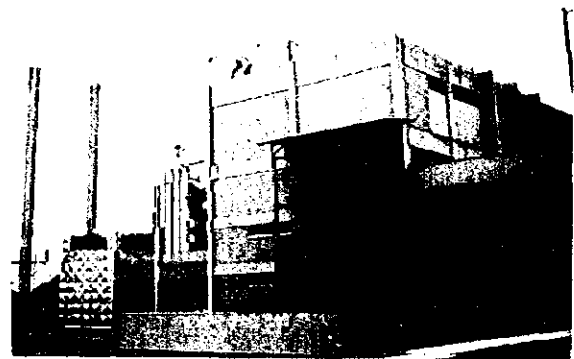
*Relleno de Santa Catarina.*



*Planta de compostaje para residuos de poda.*



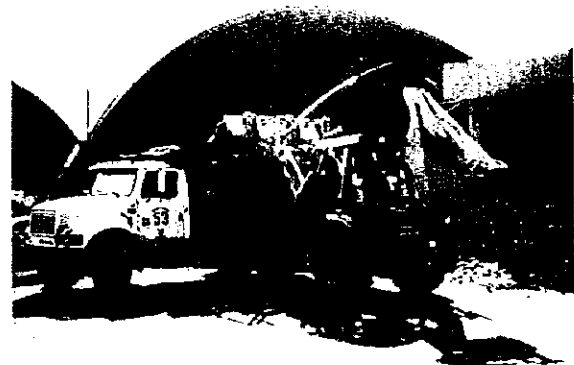
*Planta de incineración experimental para residuos sólidos municipales (capacidad: 50 ton/día x 2 unidades), que no operan actualmente.*



*Acercamiento de la planta de incineración experimental.*



*Condición actual de la descarga de residuos en la Central de Abasto.*



*Carga de residuos depositados en la Central de Abasto.*



*Inicio de la investigación.*



*Mezclado de la muestra de residuos.*



*Reducción de la muestra de residuos.*



*Clasificación de la muestra de residuos.*



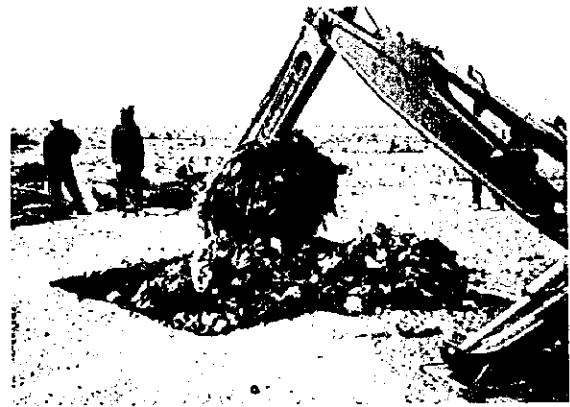
*Muestras clasificadas.*



*Pesaje de las muestras.*



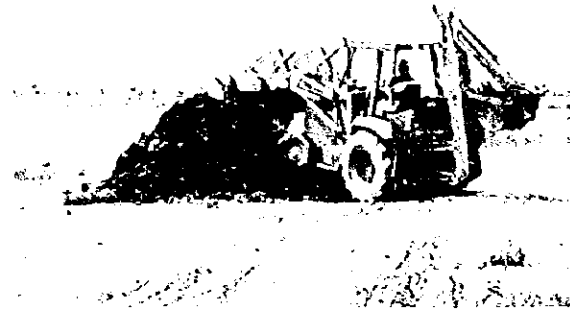
Remoción de la cubierta final (grosor de 20 a 30 cm)



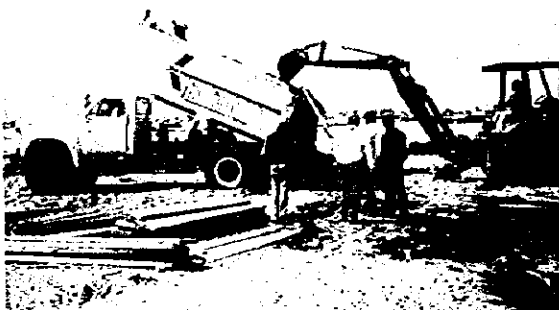
Muestreo.



Muestreo.



Muestreo.



Se pesó la muestra con la báscula del Relleno Bordo Poniente Etapa IV.



Se utilizó el método de cuarteo de residuos para el análisis de composición física.



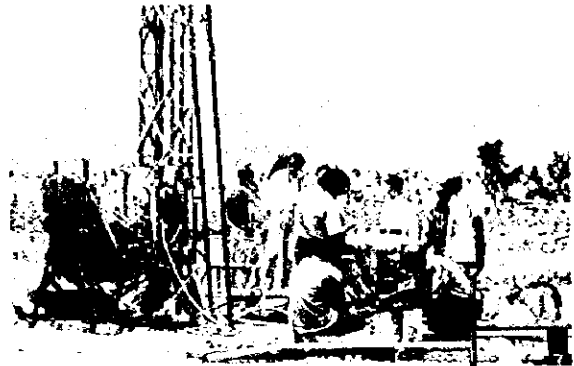
*Sondeo de Opinión Pública (SOP) (1)*



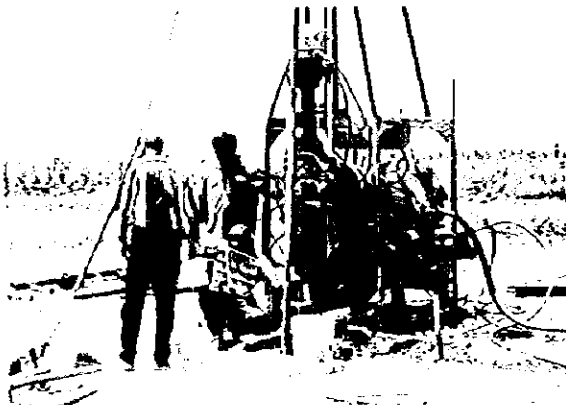
*SOP (2)*



*SOP (3)*



*Sondeo ambiental (1) :  
Perforación en el Relleno Bordo Poniente III.*



*Sondeo ambiental (2) :  
Perforación en Bordo Poniente (Etapa III).*



*Sondeo ambiental (3) :  
Investigación de las muestras.*



*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*



*Condición actual (1):  
Se planea construir una entrada aquí.*



*Condición actual (2):  
Mitad del sitio.*



*Vista del sitio desde el oeste*



*Vista del sitio desde el este*



## Indice

Prefacio	
Carta de Transmisión	
Lista de Volúmenes	
Mapas	
Area de Estudio (1)	
Area de Estudio (2)	
Ubicación de los Proyectos Prioritarios	
Fotografías	
Sección 1: Oficina de la DGSU, Reuniones, Taller y Seminario	
Sección 2: Situación Actual de la Recol. de Residuos Sólidos Municipales en la Cd. de México	
Sección 3: Situación Actual de las Estaciones de Transferencia	
Sección 4: Situación Actual de las Plantas de Selección	
Sección 5: Situación Actual del Relleno Bordo Poniente Etapa IV	
Sección 6: Canal de la Campana, Relleno de Santa Catarina	
Sección 7: Planta de Compostaje Actual, Planta de Inciner. Experimental, Central de Abasto	
Sección 8: Investigación de Campo (1) Cant. De Residuos y Muestreo de Composición	
Sección 9: Investigación de Campo (2) Investigación para Excavación de Relleno	
Sección 10: Investigación de Campo (3) Sondeo de Opinión Pública y Sondeo Ambiental	
Sección 11: Vista Presente y Futura del Nuevo Relleno (Etapa V)	
Sección 12: Situación Actual del Sitio Candidato para la Planta de Compostaje	

Página

<b>1 Introducción</b>	<b>1-1</b>
1.1 Antecedentes.....	1-1
1.2 Objetivos del Estudio.....	1-1
1.2.1 Objetivos del Estudio .....	1-1
1.2.2 Área de Estudio .....	1-1
1.2.3 Tipos de Residuos a Estudiar .....	1-2
1.2.4 Año Meta.....	1-2
1.3 Temas y Enfoque del Estudio .....	1-4
1.4 Programa de Trabajo del Estudio.....	1-5
1.5 Organización del Estudio y Asignaciones del Equipo de Estudio.....	1-7
1.5.1 Estructura Organizacional del Estudio .....	1-7
1.5.2 Personas Involucradas .....	1-7
1.5.3 Transferencia de Tecnología .....	1-8

<b>2 Perfil del Área de Estudio</b>	<b>2-1</b>
2.1 Condiciones Naturales .....	2-1
2.1.1 Localización .....	2-1
2.1.2 Topografía .....	2-1
2.1.3 Clima .....	2-1
2.1.4 Condiciones Geológicas .....	2-3
2.2 Condiciones Socioeconómicas.....	2-5
2.2.1 Crecimiento y Macro-Manejo de la Economía.....	2-5
2.2.2 Economía Regional, Distrito Federal .....	2-12
2.2.3 Administración .....	2-15
2.2.4 Población .....	2-16
2.2.5 Estructura Industrial de México .....	2-18
2.2.6 Educación .....	2-19
2.2.7 Estructura Comunitaria.....	2-21
2.2.8 Asentamientos Irregulares .....	2-21
2.2.9 Salud Pública.....	2-22
2.3 Estructura Urbana .....	2-23
2.3.1 Condiciones del Uso de la Tierra .....	2-23
2.3.2 Densidad de Población .....	2-24
2.3.3 Transportes .....	2-24
2.4 Condiciones Financieras .....	2-25
2.4.1 Desempeño Financiero Público del DF.....	2-25
2.4.2 Sistema Tributario y Sistema de Cobro de los Servicios Públicos.....	2-29
2.5 Políticas Ambientales .....	2-34
2.5.1 Aspectos Generales .....	2-34
2.5.2 Organizaciones Involucradas.....	2-35
2.5.3 Legislación.....	2-39
<b>3 Investigaciones de Campo</b>	<b>3-1</b>
3.1 Estudio de Cantidad y Composición de Residuos (ECCR) .....	3-1
3.1.1 Cronograma del Estudio y Puntos de Muestreo .....	3-1
3.1.2 Estudio de la Cantidad de Residuos .....	3-2
3.1.3 Estudio de la Composición de Residuos .....	3-5
3.1.4 Hallazgos .....	3-8
3.2 Estudio de Tiempo y Desplazamiento .....	3-10
3.2.1 Objetivo .....	3-10
3.2.2 Cronograma del Estudio.....	3-10
3.2.3 Datos Derivados del Muestreo .....	3-10
3.2.4 Resultados .....	3-11
3.3 Encuesta de Opinión Pública.....	3-12
3.3.1 Objetivo.....	3-12
3.3.2 Número de Muestras.....	3-12
3.3.3 Formulación de las Encuestas .....	3-14
3.3.4 Resultados del Estudio .....	3-14
3.3.5 Hallazgos .....	3-14
3.4 Estudio Ambiental .....	3-20

3.4.1	Objetivo de la Investigación.....	3-20
3.4.2	Metodología.....	3-20
3.4.3	Resultados .....	3-22
3.4.4	Hallazgos.....	3-22
3.5	Investigación de Mercado para los Sub-Productos.....	3-24
3.5.1	Objetivo.....	3-24
3.5.2	Metodología.....	3-24
3.5.3	Resultados de la Investigación .....	3-25
3.5.4	Hallazgos.....	3-25
3.6	Investigación de Reutilización del Relleno en Bordo Poniente.....	3-26
3.6.1	Objetivo.....	3-26
3.6.2	Metodología.....	3-27
3.6.3	Resultados .....	3-28
3.6.4	Hallazgos.....	3-28
3.6.5	Conclusión.....	3-29
3.6.6	Recomendaciones y Notas de Conclusión.....	3-32
<b>4</b>	<b>Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos</b> .....	<b>4-1</b>
4.1	Historia del Manejo de Residuos Sólidos.....	4-1
4.1.1	Historia de la Recolección y Tratamiento .....	4-1
4.1.2	Tratamiento y Disposición Final .....	4-1
4.2	Flujo de Residuos.....	4-3
4.2.1	Introducción.....	4-3
4.2.2	Composición de los Residuos y Tasa de Generación.....	4-5
4.2.3	Análisis del Flujo de Residuos .....	4-9
4.3	Sistema Técnico.....	4-9
4.3.1	Sistema de Descarga y Almacenamiento.....	4-9
4.3.2	Sistema de recolección y transporte .....	4-10
4.3.3	Sistema de Procesamiento, Tratamiento y Reciclaje.....	4-20
4.3.4	Sistema de Barrido en Calles.....	4-24
4.3.5	Sistema de Disposición Final .....	4-25
4.3.6	Manejo de los Residuos Hospitalarios .....	4-30
4.4	Aspectos Sociales.....	4-33
4.4.1	Almacenamiento y Entrega para la Recolección .....	4-33
4.4.2	Sistema de Recolección y Transporte.....	4-36
4.4.3	Plantas de Selección de Materiales.....	4-39
4.5	Sistema Institucional, Organizativo y Financiero .....	4-43
4.5.1	Sistema Institucional de Manejo de los Residuos Sólidos .....	4-43
4.5.2	Sistema Organizacional de Manejo de los Residuos.....	4-47
4.5.3	Sistema Financiero .....	4-54
4.6	Evaluación de las Condiciones Actuales y Confirmación de Temas Clave.....	4-56
4.6.1	Sistema Técnico.....	4-56
4.6.2	Sistema Institucional .....	4-60
4.6.3	Aspectos Sociales .....	4-65
4.6.4	Sistema Organizacional.....	4-73
4.6.5	Determinación del Costo - Costo Unitario del Manejo de Desechos Sólidos en el DF, 1998.....	4-73

<b>5 Conformación de Marcos de Planeación para el Plan Maestro</b>	<b>5-1</b>
5.1 Alcance de los Marcos de Planeación para el Plan Maestro.....	5-1
5.2 Objetivos, Metas y Estrategias.....	5-3
5.2.1 Objetivos y Año Meta.....	5-3
5.2.2 Análisis del Marco del Plan Maestro.....	5-4
5.2.3 Metas y Estrategias.....	5-7
5.3 Pronóstico de la Cantidad y Composición Futura de Residuos.....	5-12
5.3.1 Pronóstico de Población.....	5-12
5.3.2 Hipótesis para el Pronóstico de Cantidad de Residuos.....	5-12
5.3.3 Composición de los Residuos.....	5-13
5.3.4 Flujo Futuro de Residuos.....	5-14
5.4 Otras Condiciones Previas.....	5-18
5.4.1 Análisis de Suministrabilidad - Fondos Disponibles y Suministrables.....	5-18
5.4.2 Fondos Disponibles y Suministrables.....	5-18
<b>6 Cuestiones Particulares a Considerarse en la Formulación del Plan Maestro</b>	<b>6-1</b>
6.1 Puntos Técnicos Particulares que Deben ser Considerados.....	6-1
6.1.1 Sistema de Descarga y Almacenamiento.....	6-1
6.1.2 Sistema de Recolección y Transporte.....	6-3
6.1.3 Sistema de Tratamiento Intermedio.....	6-4
6.1.4 Sistema de Disposición Final.....	6-4
6.2 Particularidades de los Aspectos Sociales.....	6-5
6.3 Particularidades Institucionales que Deben ser Consideradas.....	6-6
6.3.1 Particularidades Institucionales que Deben ser Consideradas.....	6-6
6.3.2 Discusión Acerca de los Participantes en los Materiales "Reciclables".....	6-9
6.3.3 Discusión Sobre la Mejora del Personal Informal y Voluntario.....	6-11
6.3.4 Análisis de las Alternativas Institucionales.....	6-12
6.3.5 Síntesis de las Consideraciones Institucionales Propuestas.....	6-19
<b>7 El Plan Maestro</b>	<b>7-1</b>
7.1 Bosquejo del Plan Maestro.....	7-1
7.1.1 Sistema de Descarga y Almacenamiento.....	7-1
7.1.2 Sistema de Recolección y Transporte.....	7-2
7.1.3 Sistema de Tratamiento Intermedio.....	7-3
7.1.4 Sistema de Disposición Final.....	7-3
7.1.5 Bosquejo del Plan Maestro.....	7-3
7.2 Descripción del Plan Maestro.....	7-5
7.2.1 Proyección hasta el año 2010.....	7-5
7.2.2 Sistema Técnico.....	7-12
7.2.3 Sistema Institucional del P/M.....	7-26
7.2.4 Enfoque Social hacia el P/M.....	7-29
7.3 Estimación del Costo de Proyectos.....	7-36
7.3.1 Condiciones Básicas.....	7-36

7.3.2 Estimación del Costo.....	7-40
7.4 Evaluación del Plan Maestro .....	7-44
7.4.1 Evaluación Técnica .....	7-44
7.4.2 Evaluación Financiera - Búsqueda de la Sustentabilidad del Proyecto.....	7-45
7.4.3 Evaluación Económica.....	7-50
7.4.4 Evaluación Institucional.....	7-51
7.4.5 Evaluación Social.....	7-52
7.4.6 Evaluación Ambiental .....	7-55
7.4.7 Evaluación Global General.....	7-56
7.5 Plan de Instrumentación por Fases.....	7-57
7.6 Selección de los Proyectos Prioritarios.....	7-58
7.7 Análisis Inicial del Ambiente.....	7-58
7.7.1 Bosquejo y Objetivo del AIA.....	7-58
7.7.2 Proceso del AIA.....	7-58
7.7.3 Evaluación de Factores Ambientales (Paso 1) .....	7-59
7.7.4 Paso 2: Screening (Filtraje) .....	7-64
7.7.5 Paso 3: Scoping (Delimitación Del Alcance).....	7-64
<b>8 Estudio de Factibilidad para los Proyectos Prioritarios</b>	<b>8-1</b>
8.1 Delineamiento de los Proyectos.....	8-1
8.1.1 Meta.....	8-1
8.1.2 Delineamiento de los Proyectos .....	8-3
8.2 Diseño Preliminar del Sistema Técnico.....	8-3
8.2.1 Planta de Compostaje .....	8-3
8.2.2 Sitios de Disposición Final.....	8-22
8.2.3 Costo de los Proyectos Prioritarios.....	8-69
8.3 Plan Institucional .....	8-70
8.3.1 Alternativas.....	8-70
8.3.2 Evaluación de las Alternativas .....	8-72
8.3.3 Conclusión.....	8-73
8.4 Plan de Educación Pública.....	8-74
8.4.1 Introducción.....	8-74
8.4.2 Plan de Educación para Proyectos Prioritarios.....	8-74
8.4.3 Elementos a Tomarse en Cuenta en el Proceso Educativo.....	8-77
8.5 Plan de Financiamiento.....	8-78
8.5.1 Principios Directrices para el Análisis de la Evaluación de Necesidades Financieras.....	8-78
8.5.2 Plan de Financiamiento – Evaluación de Necesidades Financieras, Fuentes de Fondos y Flujos de Efectivo Asociados.....	8-80
8.5.3 Evaluación Tipo “Tótem” - Orden Preferencial entre las Formas de Instrumentación .....	8-83
8.6 Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).....	8-87
8.6.1 Alcance del Trabajo de EIA .....	8-87
8.6.2 EIA para la Planta de Compostaje.....	8-92
8.6.3 EIA para el Proyecto de la Etapa V.....	8-101

8.7 Evaluación del Proyecto.....	8-112
8.7.1 Evaluación Técnica .....	8-112
8.7.2 Evaluación Institucional .....	8-113
8.7.3 Evaluación Social de Proyectos Prioritarios.....	8-114
8.7.4 Evaluación Ambiental .....	8-119
8.7.5 Evaluación Financiera .....	8-119
8.7.6 Evaluación Económica .....	8-123
8.7.7 Evaluación Total.....	8-125

## **9 Conclusiones y Recomendaciones 9-1**

9.1 Conclusiones.....	9-1
9.2 Recomendación.....	9-3
9.2.1 Aspectos Técnicos .....	9-4
9.2.2 Aspecto Institucional.....	9-6
9.2.3 Aspectos Sociales .....	9-6
9.2.4 Aspecto Ambiental .....	9-8
9.2.5 Aspecto Financiero y Económico.....	9-8

### **Lista de Cuadros**

	Página
Cuadro 2-1: Temperatura Media Mensual.....	2-2
Cuadro 2-2: Precipitación Media Mensual .....	2-3
Cuadro 2-3: Indicadores Económicos Clave (1).....	2-6
Cuadro 2-4: Indicadores Sociales/Económicos Clave (2).....	2-7
Cuadro 2-5: Indicadores Económicos.....	2-9
Cuadro 2-6: Perfiles de los Estados y del DF, 1997 .....	2-13
Cuadro 2-7: Población y Crecimiento Poblacional del DF, Estado de México y el País .....	2-16
Cuadro 2-8: Tasa de Crecimiento Poblacional Predeterminada por Delegaciones..	2-17
Cuadro 2-9: Población estimada en el DF para 1997.....	2-17
Cuadro 2-10: Población Analfabeta de 15 Años y más en el DF por Delegación y por Sexo (Nov. 1995).....	2-19
Cuadro 2-11: Alumnos Inscritos, Personal Docente, Número de Escuelas y Aulas en el DF (1995-96).....	2-20
Cuadro 2-12: Morbilidad y Mortalidad por Enfermedades Diarreicas en el DF- 1991 .....	2-22
Cuadro 2-13: Superficie de Areas Naturales Protegidas según Delegaciones .....	2-23
Cuadro 2-14: Densidad poblacional en el DF por Delegación .....	2-24
Cuadro 2-15: Cambios en la posición financiera del gobierno del DF, 1995-1998.	2-26
Cuadro 2-16: Ingresos Públicos, Egresos y Asignación de Presupuesto para el MRS, 1995-1998.....	2-26
Cuadro 2-17: Saldo consolidado de la deuda pública hasta Marzo de 1998.....	2-28
Cuadro 2-18: Servicio de la Deuda Pública Consolidada al 31 de Marzo de 1998.	2-29
Cuadro 2-19: Gastos e Impuestos Federales y del Gobierno Local .....	2-30
Cuadro 2-20: Fuentes de Ingresos.....	2-31
Cuadro 2-21: Estructura Gubernamental por Orden Administrativo, 1994.....	2-32
Cuadro 2-22: Distribución del Presupuesto de SEMARNAP.....	2-36

Cuadro 2-23: Número de Proyectos Sujetos a Regulación de EIA en 1997 por Sector.....	2-43
Cuadro 3-1: Cronograma de Muestreo.....	3-1
Cuadro 3-2: Método de Medición de cada Punto de Muestreo.....	3-2
Cuadro 3-3: Cantidad de Residuos Introducidos y Extraídos.....	3-3
Cuadro 3-4: Cantidad Promedio de Carga de Vehículo Transportador.....	3-3
Cuadro 3-5: Cantidad de Residuos Introducidos y Extraídos de las Plantas de Selección.....	3-4
Cuadro 3-6: Resumen del Estudio sobre la Composición de Residuos.....	3-5
Cuadro 3-7: Métodos de Muestreo.....	3-6
Cuadro 3-8: Resumen de Composición Física.....	3-6
Cuadro 3-9: Resumen del Peso Volumétrico.....	3-7
Cuadro 3-10: Resumen del Análisis de Tres Componentes y Análisis Final.....	3-8
Cuadro 3-11: Clasificación de Categorías que Componen los Residuos en las P/S.....	3-8
Cuadro 3-12: Bosquejo del Estudio sobre Tiempo y Desplazamiento.....	3-10
Cuadro 3-13: Resumen del Estudio sobre Tiempo y Desplazamiento.....	3-10
Cuadro 3-14: Desglose de las Horas Trabajadas.....	3-12
Cuadro 3-15: Número de Muestreos por Delegación.....	3-13
Cuadro 3-16: Proporción de Materiales Separados.....	3-15
Cuadro 3-17: Proporción de Materiales Separados.....	3-17
Cuadro 3-18: Pago del MRS por Institución.....	3-19
Cuadro 3-19: Cantidad de los Trabajos.....	3-20
Cuadro 3-20: Cohesión y Angulo Interno de Fricción.....	3-23
Cuadro 3-21: Reseña de las Empresas Investigadas.....	3-24
Cuadro 3-22: Magnitud del Mercado de Materiales Reciclados Estimado para el GDF en el año 2010.....	3-25
Cuadro 4-1: Composición de los Residuos.....	4-7
Cuadro 4-2: Generación Unitaria.....	4-8
Cuadro 4-3: Número de Vehículos de Recolección.....	4-12
Cuadro 4-4: Años de Adquisición de los Vehículos de Recolección Actuales.....	4-13
Cuadro 4-5: Número de Vehículos en Condiciones de Trabajar por Delegación....	4-14
Cuadro 4-6: Capacidad de recolección (por viaje) de la flota de vehículos en condiciones de trabajar.....	4-14
Cuadro 4-7: Viajes Diarios en Promedio.....	4-15
Cuadro 4-8: Generalidades de las Estaciones de Transferencia.....	4-16
Cuadro 4-9: Cantidades Transferidas.....	4-18
Cuadro 4-10: Distancia desde el punto de Origen al Destino.....	4-18
Cuadro 4-11: Número de viajes (Caja de 70m <sup>3</sup> , enero/98 a mayo/98 ).....	4-19
Cuadro 4-12: Comparación de las Pruebas de Incineración y de los Límites Proyectados de Emisiones.....	4-20
Cuadro 4-13: Rasgos Generales de las P/S.....	4-22
Cuadro 4-14: Cantidad recuperada anual y proporciones en 1997.....	4-23
Cuadro 4-15: Costo de Operación y Mantenimiento en 1997.....	4-23
Cuadro 4-16: Costo de Operación y Mantenimiento Calculado en 1996.....	4-23
Cuadro 4-17: Cantidad generada de residuos que se barren en la red vial primaria.....	4-24
Cuadro 4-18: Cantidad Generada de Residuos en las Áreas Verdes.....	4-24
Cuadro 4-19: Estructura de relleno de BP IV y SC.....	4-27
Cuadro 4-20: Operación de Rellenado de BP IV y SC.....	4-27
Cuadro 4-21: Manejo de Mitigación del Relleno de BP IV y SC.....	4-29

Cuadro 4-22: Manejo Precautorio del Relleno de BP IV y SC.....	4-29
Cuadro 4-23: Manejo Activo del Relleno de BP IV y SC.....	4-30
Cuadro 4-24: Jerarquización Jurídica del Marco Regulatorio Ambiental en materia de Residuos Peligrosos.....	4-31
Cuadro 4-25: Proporción de Generación de Residuos Hospitalarios de las Instituciones Médicas del GDF.....	4-32
Cuadro 4-26: Número de factores de Generación de Residuos.....	4-32
Cuadro 4-27: Cantidad diaria de Residuos Generados.....	4-32
Cuadro 4-28: Programa de Separación de Residuos Sólidos: Cantidades Generadas Durante el Año 1998 <sup>(1)</sup> .....	4-35
Cuadro 4-29: Ingresos Mensuales de los Barrenderos.....	4-37
Cuadro 4-30: Ingresos Mensuales Percibidos por el Conductor, los Ayudantes y los "Voluntarios".....	4-38
Cuadro 4-31: Atención en Consulta Externa Según Causa en Pепенadores de Residuos Sólidos (%).- DF 1995.....	4-41
Cuadro 4-32: Competencias para el Manejo de RS Municipales en el DF.....	4-47
Cuadro 4-33: Conclusiones de Aspectos Sociales: Fortalezas y Puntos Críticos en el M.R.S. en el DF.....	4-71
Cuadro 5-1: Alternativas Básicas para el P/M.....	5-4
Cuadro 5-2: Cifras Meta para el Sistema del MRS.....	5-7
Cuadro 5-3: Alternativa Recomendada para las Estrategias de la Fase 1 para el Plan Maestro (1999-2001).....	5-8
Cuadro 5-4: Alternativa Recomendada para las Estrategias de la Fase 2 para el Plan Maestro (2002-2004).....	5-9
Cuadro 5-5: Alternativa Recomendada para las Estrategias en la Fase 3 para el P/M (2005-2010).....	5-10
Cuadro 5-6: Alternativa Institucional para el P/M.....	5-11
Cuadro 5-7: Población y Densidad Poblacional en el DF y las Delegaciones.....	5-12
Cuadro 5-8: Composición de los Residuos.....	5-13
Cuadro 5-9: Tipo de Separación en fuente.....	5-14
Cuadro 5-10: Formulación de Alternativas.....	5-14
Cuadro 5-11: Indicadores Socioeconómicos Clave y Parámetros Hipotéticos.....	5-19
Cuadro 5-12: Configuración del Modelo y Parámetros Hipotéticos (1).....	5-21
Cuadro 5-13: Configuración del Modelo y Parámetros Hipotéticos (2).....	5-22
Cuadro 5-14: Términos y Condiciones Indicativas por Fuentes de Fondo.....	5-24
Cuadro 5-15: Valores Máximos Condicionales por Tipo de Combinación de los Fondos Financiables.....	5-25
Cuadro 6-1: Categorías de Separación en fuente.....	6-2
Cuadro 6-2: Definición de las Categorías a ser Separados.....	6-2
Cuadro 6-3: Estado Presente y el Futuro Deseado para el SMRS.....	6-7
Cuadro 7-1: Categorías de Separación en Fuente.....	7-2
Cuadro 7-2: Bosquejo del Plan Maestro.....	7-4
Cuadro 7-3: Proyección para la Población.....	7-6
Cuadro 7-4: Ejemplo de la Proporción de Generación de Residuos en los Países en Desarrollo.....	7-6
Cuadro 7-5: Proporción de Generación de Residuos.....	7-7
Cuadro 7-6: Factores para la Generación de Residuos.....	7-9
Cuadro 7-7: Pronóstico de la Cantidad Generada de Residuos en el DF.....	7-10
Cuadro 7-8: Ejemplo de la Composición de los Residuos en los países de la OCDE.....	7-10



Cuadro 7-9: Composición de los Residuos del DF.....	7-10
Cuadro 7-10: Composición de los Residuos.....	7-11
Cuadro 7-11: Costo Anual Actual de Operación y Mantenimiento.....	7-12
Cuadro 7-12: Costo Anual de Operación y Mantenimiento en caso del Cierre de las P/S.....	7-13
Cuadro 7-13: Categorías de Separación en Fuente.....	7-14
Cuadro 7-14: Definición de las Categorías de Subproductos.....	7-14
Cuadro 7-15: Desempeño Actual y Capacidad Razonable de la Planta de Selección.....	7-17
Cuadro 7-16: Cantidad de Residuos Ingresada a la Planta de Selección.....	7-18
Cuadro 7-17: Perspectiva de la Cantidad de Incineración.....	7-19
Cuadro 7-18: Costo de Inversión y de O/M de la Planta de Incineración.....	7-19
Cuadro 7-19: Prospecto de Capacidad de Relleno.....	7-21
Cuadro 7-20: Condición del Suelo de Bordo Poniente "Etapa IV".....	7-22
Cuadro 7-21: Resultado del Cálculo de Estabilidad de la Pendiente (Método Bishop).....	7-22
Cuadro 7-22: Pronóstico de Cantidad de Disposición de Residuos y de Reciclaje.....	7-23
Cuadro 7-23: Institucionalización del P/M.....	7-27
Cuadro 7-24: Estrategias para Solucionar Aspectos Críticos Sociales.....	7-30
Cuadro 7-25: Indumentaria y Elementos de Protección Personal y su Uso.....	7-35
Cuadro 7-26: Calendario de Operación de las Instalaciones.....	7-37
Cuadro 7-27: Pronóstico de Cantidad de Residuos.....	7-37
Cuadro 7-28: Diseño Conceptual de la Etapa IV.....	7-38
Cuadro 7-29: Diseño Conceptual de la Etapa V.....	7-39
Cuadro 7-30: Programa de Inversión para la Expansión Vertical del Relleno Existente.....	7-40
Cuadro 7-31: Costos Unitarios de la Expansión Vertical del Relleno Existente.....	7-40
Cuadro 7-32: Programa de Inversión para el Desarrollo de un Nuevo Relleno.....	7-41
Cuadro 7-33: Costos unitarios para el Desarrollo del Nuevo Relleno.....	7-41
Cuadro 7-34: Programa de Inversión para Planta de Compostaje.....	7-41
Cuadro 7-35: Resumen de los Costos.....	7-41
Cuadro 7-36: Costos de Inversión, Operación y Mantenimiento.....	7-42
Cuadro 7-37: Costos de O & M de la Estación de Transferencia y Transporte.....	7-43
Cuadro 7-38: Costos de O&M Actuales de las Plantas de Selección (1997).....	7-43
Cuadro 7-39: Costo de Operación y Mantenimiento de las Plantas de Selección ...	7-44
Cuadro 7-40: Indicadores Económicos/Sociales Clave.....	7-47
Cuadro 7-41: Evaluación Social del P/M Propuesto.....	7-54
Cuadro 7-42: Evaluación de Factores Ambientales.....	7-60
Cuadro 7-43: Delimitación del Alcance.....	7-65
Cuadro 8-1: Delineamiento de los Proyectos.....	8-3
Cuadro 8-2: Plan de Descarga y Recolección Separada.....	8-4
Cuadro 8-3: Cantidad de recolección de residuos orgánicos.....	8-4
Cuadro 8-4: Composición de los Residuos Orgánicos.....	8-4
Cuadro 8-5: Comparación de Fermentación Aeróbica y Anaeróbica para el Material Orgánico Fino de los RS Municipales.....	8-6
Cuadro 8-6: Comparación de los Métodos de Fermentación.....	8-7
Cuadro 8-7: Parámetros de Diseño.....	8-10
Cuadro 8-8: Cantidad y Calidad de la Composta.....	8-11
Cuadro 8-9: Calendario de Construcción de la Planta de Compostaje.....	8-17
Cuadro 8-10: Calendario del Personal.....	8-18

Cuadro 8-11: Estimación Preliminar del Costo de la Planta de Compostaje.....	8-19
Cuadro 8-12: Abastecimiento de Equipo en el Caso 2 .....	8-20
Cuadro 8-13: Costo de Proyecto Prioritario (Planta de Compostaje) .....	8-21
Cuadro 8-14: Trabajos del Estudio del Suelo en Etapa IV .....	8-23
Cuadro 8-15: Nivel del Agua Subterránea de la Etapa IV .....	8-23
Cuadro 8-16: Resultados del Estudio de los Suelos en la Etapa IV.....	8-24
Cuadro 8-17: Condiciones del Subsuelo.....	8-25
Cuadro 8-18: Resultado de los Cálculos sobre la Estabilidad de Taludes (Etapa IV).....	8-27
Cuadro 8-19: Cálculo Existente sobre la Generación de Lixiviados .....	8-28
Cuadro 8-20: Cantidad de Disposición de Residuos del año 2001 al 2010.....	8-29
Cuadro 8-21: Aspectos a Analizarse como Alternativas Técnicas .....	8-29
Cuadro 8-22: Comparación de las Alternativas para Disposición de Lixiviados ....	8-31
Cuadro 8-23: Esquema del Diseño Conceptual para el Plan de Expansión Vertical.....	8-33
Cuadro 8-24: Cantidad de Residuo Dispuesta en la Etapa IV .....	8-34
Cuadro 8-25: Cronograma Constructivo Conceptual para el Rellenado de los Valles.....	8-39
Cuadro 8-26: Resumen de los Costos para el Plan de Expansión Vertical (Caso 1).....	8-40
Cuadro 8-27: Resumen de los Costos para el Plan de Expansión Vertical (Caso 2).....	8-41
Cuadro 8-28: Aspectos de la NOM-083-ECOL.....	8-44
Cuadro 8-29: Cantidad de Trabajo Efectuada en el Estudio de Suelo en la Etapa V.....	8-47
Cuadro 8-30: Nivel del Agua Subterránea en la Etapa V .....	8-47
Cuadro 8-31: Resultado del Estudio de los Suelos para la Etapa V .....	8-48
Cuadro 8-32: Condiciones del Sub-suelo .....	8-49
Cuadro 8-33: Tiempo que Transcurre para Diferentes Asentamientos.....	8-50
Cuadro 8-34: Resultado de los Cálculos sobre la Estabilidad de Taludes (Etapa V).....	8-52
Cuadro 8-35: Esquema del Diseño Conceptual para el Nuevo Relleno Propuesto .	8-53
Cuadro 8-36: Cantidad de Residuos a ser Dispuesta en la Etapa V.....	8-55
Cuadro 8-37: Programa Recomendado para Monitoreo .....	8-60
Cuadro 8-38: Resumen de los Costos para el Desarrollo de un Nuevo Relleno (Caso1).....	8-68
Cuadro 8-39: Resumen de los Costos para el Desarrollo de un Nuevo Relleno (Caso 2).....	8-68
Cuadro 8-40: Costo de los Proyectos Prioritarios, Caso de Operación Directa por la DGSU (Caso 1).....	8-69
Cuadro 8-41: Costo de los Proyectos Prioritarios, Caso de Contratación (Caso 2).	8-70
Cuadro 8-42: Opciones para la Operación de la PC y los RS.....	8-73
Cuadro 8-43: Programación de Educación Pública .....	8-74
Cuadro 8-44: Plan Educativo para Proyectos Prioritarios .....	8-76
Cuadro 8-45: Marco Institucional (Casos).....	8-79
Cuadro 8-46: Fuente de Recursos .....	8-79
Cuadro 8-47: Costos de Financiamiento en Dependencia de la Combinación de Componentes y Fuente.....	8-81
Cuadro 8-48: Necesidades Financieras dentro de la DGSU por Opción .....	8-82
Cuadro 8-49: Resumen de "Situación de Ingresos" por Opción .....	8-82

Cuadro 8-50: Resumen de la Delimitación de Alcance .....	8-88
Cuadro 8-51: Tasa de Disponibilidad de Servicios Públicos (1995) .....	8-92
Cuadro 8-52: Descripción del Proyecto de la Planta de Compostaje.....	8-92
Cuadro 8-53: Tiempo Máximo Permisible de Exposición al NCSE .....	8-98
Cuadro 8-54: Condiciones Previas para Evitar Impactos Ambientales .....	8-101
Cuadro 8-55: Descripción del Proyecto del Sitio de Disposición Final en la Etapa V.....	8-102
Cuadro 8-56: Condiciones Previas para Evitar Impactos Ambientales .....	8-111
Cuadro 8-57: Estimación de Empleos Requeridos para Procesamiento de Material Reciclable(1999-2010).....	8-117
Cuadro 8-58: Evaluación Social de Proyectos Prioritarios .....	8-118
Cuadro 8-59: Ingreso Bruto y Disponible por Beneficiario.....	8-120
Cuadro 8-60: VPP y Transferencia Reales de Dinero por Beneficiario.....	8-120
Cuadro 8-61: Totales de VPP Revelada, Transferencia Real de Dinero y VPP Hipotética en el DF, 1998.....	8-120
Cuadro 8-62: CMLP por Componente del Proyecto y Marco Institucional.....	8-121
Cuadro 8-63: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 1.....	8-121
Cuadro 8-64: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 2.....	8-122
Cuadro 8-65: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 3.....	8-122
Cuadro 8-66: TGIF por Variante de Beneficio y Componente del Proyecto – Alternativa 4.....	8-122
Cuadro 8-67: Resumen del Flujo Neto de Efectivo para el VPNE.....	8-125
Cuadro 8-68: Resumen de Factibilidad Económica por Componentes e Índices de Medición .....	8-125

### Lista de Figuras

	Página
Figura 1-1: Área de Estudio.....	1-3
Figura 1-2: Programa del Estudio .....	1-6
Figura 1-3: Estructura Organizacional del Estudio.....	1-7
Figura 2-1: Temperatura Media Mensual .....	2-2
Figura 2-2: Precipitación Total Mensual .....	2-3
Figura 2-3: Mapa Geológico.....	2-4
Figura 2-4: Cambios Cronológicos en los Macro-Indicadores, 1990 - 1997.....	2-11
Figura 2-5: Estructura Industrial del DF, 1997.....	2-12
Figura 2-6: Orden de los Productos Globales por Magnitud .....	2-14
Figura 2-7: Estructura Industrial en México, 1997.....	2-19
Figura 2-8: Identificación de Generadores de RSM que deben Pagar por los Servicios de Aseo Urbano.....	2-34
Figura 3-1: Puntos de Muestreo .....	3-2
Figura 3-2: Flujo de Residuos Calculados a partir del Estudio de la Cantidad de Residuos.....	3-4
Figura 3-3: Componentes de las Horas de Trabajo.....	3-11
Figura 3-4: Cooperación para la Separación en Fuente .....	3-15
Figura 3-5: Cooperación para la Separación en Fuente .....	3-18

Figura 3-6: Preferencia de Impuesto y Propina.....	3-19
Figura 3-7: Mapa de Localización del Estudio Ambiental .....	3-21
Figura 3-8: Ilustración del Nivel Freático en el Sitio de Relleno .....	3-22
Figura 3-9: Mapa de localización.....	3-27
Figura 4-1: Tratamiento y Disposición en los Últimos 15 Años .....	4-2
Figura 4-2: Flujo Actual de Residuos .....	4-4
Figura 4-3: Sectores y Sub - Sectores de la Fuentes de Residuos.....	4-6
Figura 4-4: Flujo de Residuos en 1997 .....	4-9
Figura 4-5: Sistema de Recolección y Transporte Actual.....	4-10
Figura 4-6: Nuevo Sistema de Recolección y Transporte.....	4-11
Figura 4-7: Mapa de Localización de las Estaciones de Transferencia .....	4-17
Figura 4-8: Estructura del Relleno en Bordo Poniente Etapa IV .....	4-25
Figura 4-9: Estructura del Relleno en el Sitio de Santa Catarina.....	4-27
Figura 4-10: Esquema Normativo Institucional referente al Control de Residuos Peligrosos.....	4-44
Figura 4-11: Esquema Normativo Institucional referente al Control de Residuos Municipales.....	4-44
Figura 4-12: Estructura Orgánica del GDF, Señalando las Instancias Responsables del Manejo de Residuos.....	48
Figura 4-13: Estructura Orgánica de la Secretaría de Obras y Servicios .....	4-49
Figura 4-14: Estructura Orgánica del DGSU .....	4-49
Figura 4-15: Estructuras de Delegaciones: Ejemplo - Delegación Benito Juárez....	4-50
Figura 4-16: Estructuras de Delegaciones: Ejemplo - Delegación Miguel Hidalgo	4-50
Figura 4-17: Estructura Funcional del Manejo de Residuos Municipales, en el DF.....	4-51
Figura 4-18: Estructura Funcional del Manejo de Residuos Peligrosos, en el DF ..	4-51
Figura 4-19: Estructura Resumida del Sindicato Único de Trabajadores del GDF, con énfasis en la Sección No. 1 .....	4-52
Figura 4-20: Estructura Simplificada Funcional del Servicio de Recolección de Residuos Sólidos.....	4-52
Figura 4-21: Estructura Simplificada Funcional de una Estación de Transferencia	4-53
Figura 4-22: Estructura Simplificada Funcional de una Planta de Segregación de Reciclables .....	4-53
Figura 4-23: Estructura Simplificada Funcional del Relleno Sanitario de Bordo Poniente .....	4-54
Figura 4-24: Costo Unitario del Manejo de Residuos Sólidos (2).....	4-77
Figura 5-1: Cambios en el Sistema de Recolección.....	5-1
Figura 5-2: Alcance del P/M.....	5-2
Figura 5-3: Flujo Actual de Residuos .....	5-5
Figura 5-4: Programa de Descarga y Recolección Separada .....	5-6
Figura 5-5: Fuente de residuos en el 2010 (alternativa 1).....	5-15
Figura 5-6: Fuente de residuos en el 2010 (alternativa 2).....	5-16
Figura 5-7: Fuente de residuos en el 2010 (Alternativa 3).....	5-17
Figura 7-1: Programa de Descarga y Recolección Separada .....	7-1
Figura 7-2: Flujo Actual de Residuos .....	7-12
Figura 7-3: Flujo Óptimo de Residuos.....	7-15
Figura 7-4: Relación entre la Capacidad de la Planta de Selección y la Cantidad Ingresada .....	7-18
Figura 7-5: Tabla de tiempos para el Relleno.....	7-21
Figura 7-6: Sección del Relleno.....	7-23

Figura 7-7: Curva de Tiempo de Asentamiento de la "Etapa IV" .....	7-23
Figura 7-8: Pronóstico de Cantidad de Disposición de Residuos y de Reciclaje.....	7-24
Figura 7-9: Flujo de Residuos en el Año 2004 (E/F).....	7-25
Figura 7-10: Flujo de Residuos en el Año 2010 (P/M).....	7-26
Figura 7-11: Cambios Cronológicos en los Macro-Indicadores, 1990 - 1997.....	7-48
Figura 7-12: Plan de Instauración por Fases .....	7-57
Figura 8-1: Ubicación de los Proyectos Prioritarios .....	8-2
Figura 8-2: Resultados de la Muestra de Perforación en la "Etapa IV " (SM-8).....	8-6
Figura 8-3: Sistemas Principales para Fermentación.....	8-8
Figura 8-4: Diagrama de Flujo de la Planta de Compostaje Propuesta.....	8-12
Figura 8-5: Balance de Materiales de la Planta de Compostaje.....	8-13
Figura 8-6: Plano de la Planta de Compostaje Propuesta .....	8-15
Figura 8-7: Corte Transversal A-A de la Planta de Compostaje Propuesta.....	8-16
Figura 8-8: Asentamiento del Subsuelo.....	8-26
Figura 8-9: Asentamiento del Subsuelo y la Membrana .....	8-26
Figura 8-10: Generación de Lixiviados .....	8-28
Figura 8-11: Alternativas para Disposición de Lixiviados .....	8-32
Figura 8-12: Caminos Externos a Niveles de 0.0, 8.0 y 16.0 Metros .....	8-38
Figura 8-13: Ubicación del Nuevo Sitio (Etapa V).....	8-43
Figura 8-14: Ubicación del Gasoducto .....	8-46
Figura 8-15: Asentamiento del Subsuelo.....	8-51
Figura 8-16: Asentamiento del Subsuelo y la Geomembrana.....	8-51
Figura 8-17: Configuración del Sistema de Impermeabilización .....	8-53
Figura 8-18: Esquema del Relleno de la Etapa V .....	8-57
Figura 8-19: Instalaciones para Controlar el Transporte de Residuos .....	8-58
Figura 8-20: Plano de Planta del Primer Nivel (0 m. de elevación) .....	8-62
Figura 8-21: Plano de Planta del Segundo Nivel (8 m. de elevación) .....	8-63
Figura 8-22: Plano de Planta del Tercer Nivel (16 m. de elevación).....	8-64
Figura 8-23: Plano de Planta del Relleno Terminado.....	8-65
Figura 8-24: Sección Transversal .....	8-66
Figura 8-25: Sección Transversal de los Caminos.....	8-67
Figura 8-26: Evaluación Tipo Tótem - Orden Preferencial entre las Opciones.....	8-85
Figura 8-27: Relación de Causa-Efecto (Proyecto para Planta de Compostaje)....	8-100
Figura 8-28: Relación de Causa - Efecto (Proyecto de Relleno Etapa V) .....	8-110

### Lista de Abreviaturas

ALDF	Asamblea Legislativa del DF
AMCRESPAC	Asociación Mexicana para el Control de Residuos Sólidos y Peligrosos
AURIS	Instituto de Acción Urbana e Integración
BANOBRAS	Banco Nacional de Desarrollo
BI/F	Borrador de Informe Final
BM	Banco Mundial
BP	Bordo Poniente
C/N	Carbono/Nitrógeno
CA	Centro de Acopio
CAM	Comisión Ambiental Metropolitana
CNA	Comisión Nacional del Agua
CORETT	Comisión para la Regulación de la Tenencia de la Tierra
CP	Contraparte
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DDF	Departamento del DF
DF	Distrito Federal
DGMA	Dirección General del Medio Ambiente
DGSU	Dirección General de Servicios Urbanos
DQO	Demanda Química de Oxígeno
E/F	Estudio de Factibilidad
E/T	Estaciones de Transferencia
EAI	Examinación Ambiental Inicial
ECCR	Estudio de Cantidad y Composición de Residuos
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
FE	Fondos Externos
FP	Fondos Propios
P/S	Planta de Selección
FIVIDESU	Fideicomiso para la Vivienda y Desarrollo Urbano
GATT	Acuerdo General sobre Aranceles y Comercio (General Agreement on Tariffs and Trade)
GDF	Gobierno del Distrito Federal
GPS	Sistema Global Posicionador (Global Positioning System)
HDPE	Poliestireno de alta densidad (High-Density-Popolyethylene)

I/A	Informe de Avance
I/IN	Informe Inicial
I/IT	Informe Intermedio
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social
INARE	Instituto Nacional de Recicladores
INDECO	Instituto Nacional para el Desarrollo de la Comunidad Rural y de la Vivienda Popular
INE	Instituto Nacional de Ecología
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática
INFONAVIT	Instituto Nacional de Fomento a la Vivienda del Trabajador
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
LGEEPA	Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
M/D	Minuta de Discusión
MIA	Manifestaciones de Impacto Ambiental
MRS	Manejo de Residuos Sólidos
NOM	Norma Oficial Mexicana
OCDE	Organización de Cooperación y Desarrollo Economicos
O&M	Operación y Mantenimiento
OPS	Organización Panamericana de la Salud
P/M	Plan Maestro
PEMEX	Petróleos Mexicanos
PET	PET, poliestirenteleftalato
PP	Planta de procesamiento
PRG	Producto Regional Bruto
PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente
PSD	Proporción de Servicio de la Deuda
RIMEX	Reciclados Industriales de México
RS	Relleno Sanitario
SC	Santa Catarina
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes
SDN	Secretaría de la Defensa Nacional
SECOFI	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
SEMARNAP	Secretaría del Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca
SERVIMET	Servicios Metropolitanos SA

SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
SJA	San Juan de Aragón
SM	Secretaría de Marina
SMA	Secretaría del Medio Ambiente del GDF
SOP	Sondeo de Opinión Pública
SOS	Secretaría de Obras y Servicios
SSA	Secretaría de Salud
TDS	Sólidos Disueltos Total
TGs	Grupos de Trabajo ( <i>Task Groups</i> )
TGIE	Tasa de Ganancia Interna Económica
TGIF	Tasa de Ganancia Interna Financiera
TLC	Tratado de Libre Comercio
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
VPP	Voluntad para Pagar
ZMVM	Zona Metropolitana del Valle de México

### Glosario

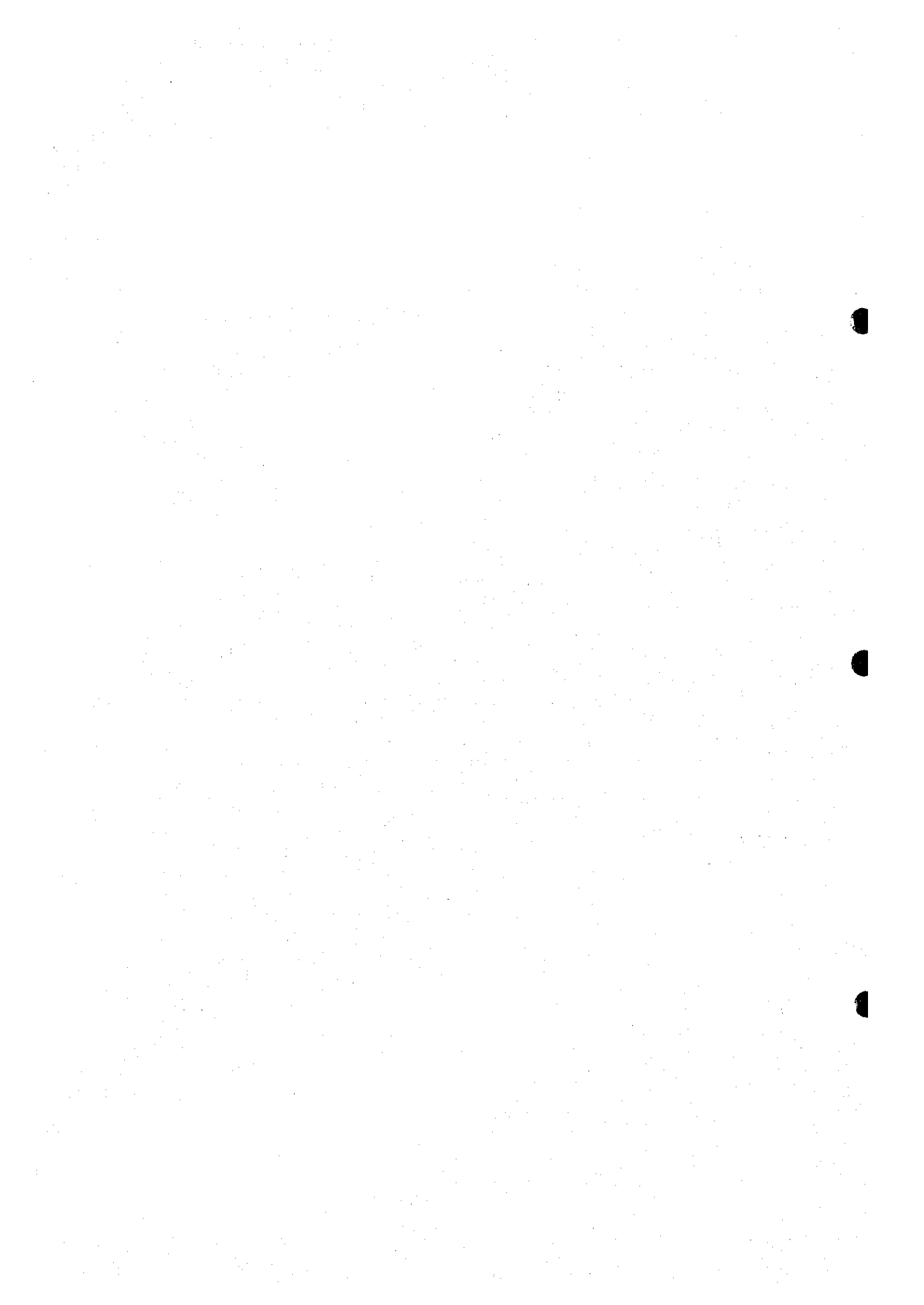
1. Botes: Recipientes de 10 a 30 litros de capacidad.
2. Cabos: Supervisores operativos.
3. Chácharas: Artefactos, menaje y otros bienes desechados.
4. Finca: Cuota que pagan los generadores mayores y medianos.
5. Láminas: Hojalata y planchas metálicas de fierro.
6. Pepenador: Segregador, seleccionador de residuos sólidos
7. Propina: Cuota que pagan los generadores menores.
8. Tambos: Cilindros generalmente de 200 litros de capacidad.



# Capítulo 1

---

*Introducción*



# 1 Introducción

## 1.1 Antecedentes

México, con 1.97 millones de km<sup>2</sup> de superficie, con una población de 93 millones de habitantes, y con un Producto Interno Bruto (PIB) per capita de US\$ 4,010 (1994), tiene la mayor área metropolitana del mundo ubicada en el denominado Valle de México. Este valle contiene a la Ciudad de México y Estado de México. La población de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) asciende a 17 millones aproximadamente. El Gobierno del Distrito Federal (GDF) es un cuerpo administrativo con 16 delegaciones y donde alrededor de 8.7 millones de personas viven en un área total de 1,505 km<sup>2</sup>.

En el Distrito Federal (DF) en promedio se generan 11,000 toneladas de residuos a diario, que son transportadas a dos sitios de disposición final después de pasar por 13 estaciones de transferencia. Su escala de operación es de considerable magnitud; comprende 2,011 vehículos, 236 camiones de gran capacidad para transporte de residuos, y una longitud total de barrido de calles de 17,000 kms.

Tomando en cuenta estas condiciones, el gobierno de México solicitó al gobierno del Japón la formulación de un Plan Maestro (P/M) para el MRS en el Distrito Federal y la instauración de un estudio de factibilidad (E/F) del (los) proyecto(s) prioritario(s). En respuesta a esta solicitud, la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA) que es la agencia encargada de instaurar la asistencia técnica del Japón, decidió llevar a cabo tales estudios (de ahora en adelante, referido solamente como el estudio que incluye tanto el estudio del P/M como el E/F) en estrecha cooperación con las autoridades relevantes del Gobierno de México.

JICA designó a Kokusai Kogyo Co., Ltd. como el consultor del Estudio.

## 1.2 Objetivos del Estudio

### 1.2.1 Objetivos del Estudio

Tomando el área del Distrito Federal (DF) como el sujeto principal, el estudio propone lo siguiente:

- Formular un Plan Maestro sobre el Manejo de Residuos Sólidos (MRS) con el año meta 2010.
- Llevar a cabo el Estudio de Factibilidad de (los) proyecto(s) prioritario(s).
- Procurar la transferencia de tecnología en relación a métodos de estudio y planificación de MRS para el personal de contraparte.

### 1.2.2 Área de Estudio

Este Estudio cubre el área bajo la jurisdicción del Gobierno del Distrito Federal (GDF), de los Estados Unidos Mexicanos como se muestra en la Figura 1-1.

### **1.2.3 Tipos de Residuos a Estudiar**

Los “residuos sólidos” que son cubiertos en este Estudio son los siguientes seis (6) tipos:

- 1) Residuos domésticos
- 2) Residuos comerciales
- 3) Residuos institucionales
- 4) Residuos de barrido de calles
- 5) Residuos de mercados
- 6) Residuos hospitalarios

### **1.2.4 Año Meta**

El año meta del Plan Maestro es el 2010, mientras que para el Estudio de Factibilidad de los proyectos prioritarios, que fueron seleccionados durante la Fase II del estudio, es el 2004.

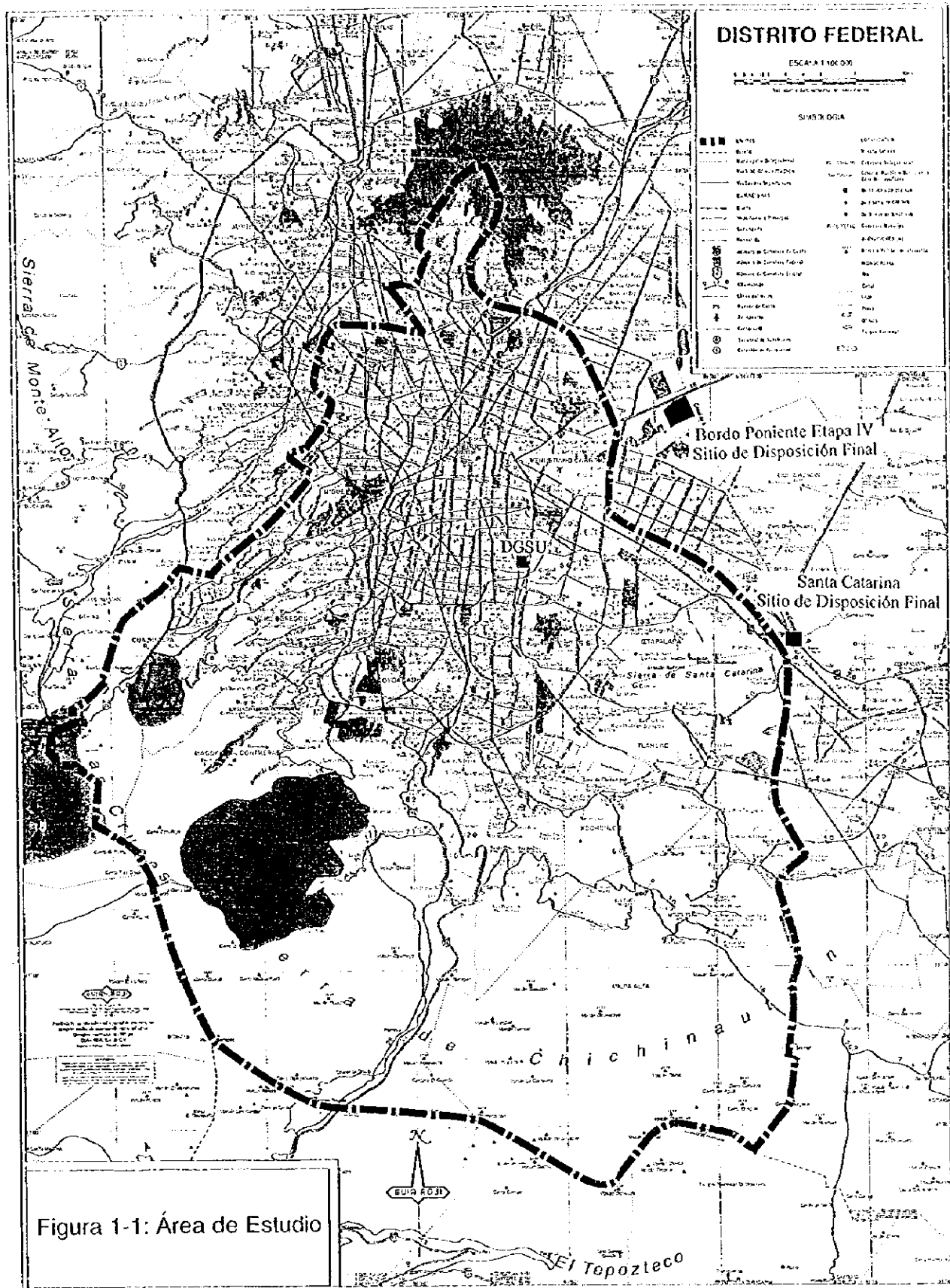


Figura 1-1: Área de Estudio

### 1.3 Temas y Enfoque del Estudio

Se utilizaron los siguientes cálculos para el estudio.

#### a. Condiciones Socioeconómicas

Aspecto	Unidad	Actual*	2001	2004	2010
<b>1. Población</b>					
Población del área de estudio	personas	8,610,000	8,747,000	8,896,000	9,206,000
Tasa de crecimiento anual	%/año	-	0.57	0.57	0.57
<b>2. Economía</b>					
PRB (términos nominales)	Miles de mill. pesos	3,182.3	6,169.7	9,630.4	23,463.4
Tasa de crecim. real anual del PRB	%/año	7.0	4.4	6.0	6.0
Presupuesto del GDF (nominal)	Miles de mill. pesos	31.1	60.3	94.1	229.3
Tasa de inflación	%	15.7	12.0	10.0	10.0
Tipo de cambio			USD 1=9.1 pesos		

Nota : \*Datos de 1997

#### b. Cantidad y Composición de Residuos

Categoría	Unidad	Actual*	2001	2004	2010
<b>1. Cantidad Generada de Residuos</b>					
Domiciliarios	ton/año	1,926,000	1,965,000	1,998,000	2,072,000
Comerciales	ton/año	1,210,000	1,223,000	1,236,000	1,267,000
Servicios	ton/año	636,000	649,000	657,000	669,000
Especiales	ton/año	130,000	134,000	136,000	140,000
Otros	ton/año	267,000	270,000	275,000	282,000
Total	ton/año	4,169,000	4,241,000	4,302,000	4,430,000
<b>2. Composición de los Residuos</b>					
Abatelenguas	%	0.030	0.030	0.030	0.030
Algodón	%	1.300	1.300	1.300	1.300
Cartón	%	6.680	6.680	6.680	6.680
Cuero	%	0.110	0.110	0.110	0.110
Envase de cartón	%	1.910	1.910	1.910	1.910
Fibra vegetal	%	0.690	0.690	0.690	0.690
Fibra sintética	%	0.850	0.850	0.850	0.850
Gasa	%	0.050	0.050	0.050	0.050
Hueso	%	0.270	0.270	0.270	0.270
Vinilo	%	0.370	0.370	0.370	0.370
Jeringa desechable	%	0.040	0.040	0.040	0.040
Latas	%	1.240	1.240	1.240	1.240
Loza y cerámica	%	0.300	0.300	0.300	0.300
Madera	%	1.240	1.240	1.240	1.240
Material de construcción	%	2.140	2.140	2.140	2.140
Metal	%	2.560	2.560	2.560	2.560
Metales no ferrosos	%	0.490	0.490	0.490	0.490
Papel	%	4.410	4.410	4.410	4.410
Periódico	%	4.960	4.960	4.960	4.960
Papel sanitario	%	5.890	5.890	5.890	5.890
Pañal desechable	%	1.620	1.620	1.620	1.620
Placas radiológicas	%	0.000	0.000	0.000	0.000
Película de plástico	%	4.530	4.530	4.530	4.530
Plástico rígido	%	3.490	3.490	3.490	3.490
Poliuretano	%	0.160	0.160	0.160	0.160
Poliuretano expandido	%	0.580	0.580	0.580	0.580
Residuos alimenticios	%	37.700	37.700	37.700	37.700
residuos de jardinería	%	3.180	3.180	3.180	3.180
Toalla sanitaria	%	0.040	0.040	0.040	0.040
Tropos	%	1.220	1.220	1.220	1.220
Vendas	%	0.010	0.010	0.010	0.010

Categoría	Unidad	Actual*	2001	2004	2010
Vidrio de color	%	2.620	2.620	2.620	2.620
Vidrio transparente	%	4.610	4.610	4.610	4.610
Residuo fino	%	1.710	1.710	1.710	1.710
Otros	%	3.000	3.000	3.000	3.000
Total	%	100.000	100.000	100.000	100.000

Nota : Datos de 1997

### c. Vida Útil del Equipo e Instalaciones

	Vida útil (años)	Valor de recuperación (%)
Camiones y maquinaria pesada	7.0	10
Maquinaria	15.0	0
Construcciones	30.0	0

Nota : La vida útil de las obras civiles y de instalaciones distintas a la construcción del sitio de disposición dependen del período de operación de las mismas.

## 1.4 Programa de Trabajo del Estudio

El estudio consistió de las dos fases siguientes.

**Fase I:** *Estudio de las condiciones actuales del MRS y formulación del P/M (junio de 1998 a noviembre de 1998)*

**Fase II:** *Estudio de Factibilidad de los Proyectos Prioritarios (noviembre de 1998 a mayo de 1999).*

El programa del estudio se muestra en la Figura 1-2.

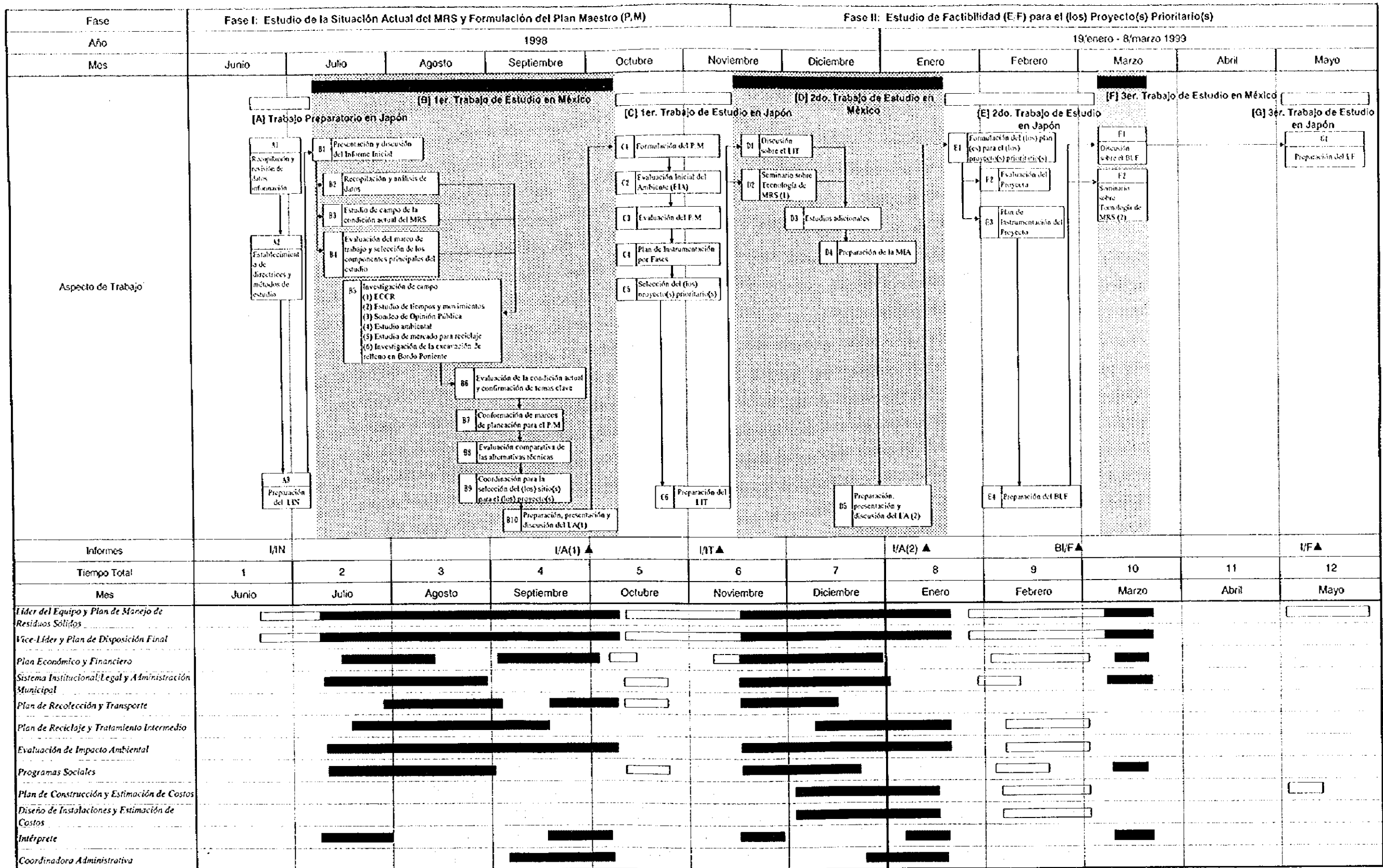


Figura 1-2: Cronograma del Trabajo de Estudio





## 1.5 Organización del Estudio y Asignaciones del Equipo de Estudio

El Gobierno del Distrito Federal (GDF) es la entidad contraparte y el organismo coordinador para las gestiones con otras instituciones gubernamentales y no-gubernamentales relacionadas. El GDF organizó el equipo de contraparte, que consiste en un número apropiado de personal a cargo de varios aspectos de MRS.

JICA organizó el Comité Asesor para el estudio.

### 1.5.1 Estructura Organizacional del Estudio

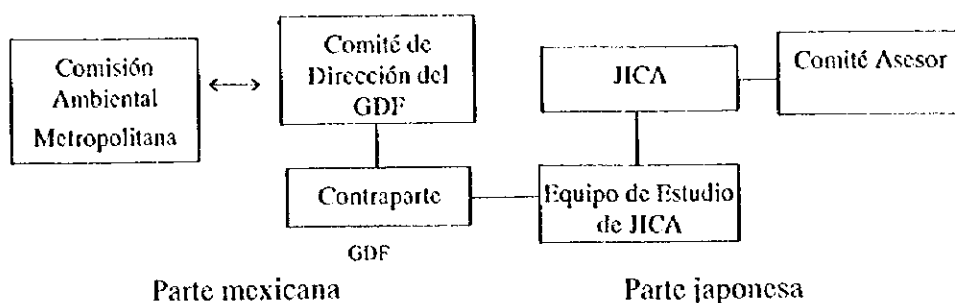


Figura 1-3: Estructura Organizacional del Estudio

### 1.5.2 Personas Involucradas

#### a. Miembros del Equipo de Estudio

Asignación	Experto	Nacionalidad
Líder del Equipo y Plan de Manejo de Residuos Sólidos	Hiroshi KATO	Japonesa
Vice-Líder y Plan de Disposición Final	Tadaya YAMAMOTO	Japonesa
Plan Económico y Financiero	Takao OZAKI	Japonesa
Sistema Institucional/Legal y Administración Municipal	José Felício HADDAD	Brasileña
Plan de Recolección y Transporte	Héctor CASTILLO B.	Mexicana
Plan de Reciclaje y Tratamiento Intermedio	Tamotsu SUZUKI	Japonesa
Evaluación del Impacto Ambiental	Noriko OTSUKI	Japonesa
Programas Sociales	Guido J. ACURIO	Peruana
Plan de Construcción y Estimación de Costos	Ikuo MORI	Japonesa
Diseño de Instalaciones y Estimación de Costos	Andrew DORMAN	Australiana
Intérprete	Fusako YAMAWAKI	Japonesa
Coordinadora Administrativa	Noriko HIHARA	Japonesa

**b. Miembros del Comité Asesor de JICA**

Presidente y Plan de Manejo de Residuos Sólidos	Kunitoshi SAKURAI
Administración del Manejo de Residuos Sólidos	Ryuzo HIROSE
Asuntos Económicos y Evaluación del Proyecto	Masahiro YAMASHITA

**c. Miembros del Personal de Contraparte**

Asignación	Nombre
Líder (tiempo completo)	Raúl Sergio Cuéllar Salinas
Recolección	Ricardo Estrada Núñez
Reciclaje	Víctor Manuel Flores Valenzuela
Tratamiento	Víctor Manuel Flores Valenzuela
Disposición Final	Conrado Sarmiento Bleicher
Medio Ambiente	Jaime Cuauhtémoc García Reyes
Sociología	Augusto E. Valenzuela López
Análisis Financiero	José Luis Alvarez Pacheco - Roberto Arturo Alvarado
Vínculo Institucional	Gerino Guzmán Delgado
Legislación	Germán Gerardo Méndez Ruiz - Sergio Palacios Trejo
Planificación Urbana	Cristina Ramos Cortéz

**1.5.3 Transferencia de Tecnología**

Durante el estudio, el equipo de estudio procuró la transferencia de tecnología a la contraparte mexicana, a través de lo siguiente:

- Estudio en conjunto
- Explicación de los informes
- Entrenamiento de la contraparte en Japón a través del plan de cooperación técnica del Japón
- Seminarios sobre tecnología de MRS