No.

AGENCIA DE COOPERACION INTERNACIONAL DEL JAPON (JICA)

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
OFICINA DE PLANIFICACION DEL AREA METROPOLITANA DE
SAN SALVADOR
REPUBLICA DE EL SALVADOR

ESTUDIO SOBRE EL MANEJO REGIONAL DE RESIDUOS SOLIDOS PARA EL AREA METROPOLITANA DE SAN SALVADOR EN LA REPUBLICA DE EL SALVADOR

INFORME FINAL
VOLUMEN I (S)

RESUMEN EJECUTIVO

NOVIEMBRE 2000

KOKUSAI KOGYO CO., LTD.

SSS
CR(2)
00-183

PREFACIO

En respuesta a la solicitud presentada por el Gobierno de la República de El Salvador, el Gobierno de Japón decidió llevar a cabo un estudio de desarrollo sobre el Manejo Regional de Residuos Sólidos para el Area Metropolitana de San Salvador en la República de El Salvador y encomendando el estudio a la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA).

JICA seleccionó y envió envió un equipo de estudio encabezado por el Sr. Hiroshi Kato, de KOKUSAI KOGYO CO., LTD. a El Salvador dos veces entre diciembre de 1999 y noviembre del 2000. Además, la JICA organizó un comité asesor encabezado por el Dr. Hidetoshi Kitawaki, profesor de la Universidad de Toyo entre diciembre de 1999 y noviembre del 2000, quien examinó el estudio desde el punto de vista técnico y como especialista.

El equipo mantuvo discusiones con los funcionarios interesados del Gobierno de El Salvador y realizó investigaciones de campo en el área de estudio. Después de su retorno al Japón, el equipo realizó estudios adicionales y elaboró este informe final.

Espero que este informe contribuya a promover el proyecto y el fortalecimiento de las relaciones de amistad entre nuestros dos países.

Finalmente, quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a los funcionarios involucrados del Gobierno de la República de El Salvador por la estrecha cooperación extendida al equipo.

Noviembre, 2000

Kunihiko Saito
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Noviembre, 2000

Sr. Kunihiko Saito
Presidente
Agencia de Cooperación Internacional del Japón

Carta de Transmisión

Estimado Sr. Saito:

Nos complace hacerle entrega del informe del Estudio sobre Manejo Regional de Residuos Sólidos para el Area Metropolitana de San Salvador, en la República de El Salvador.

Este estudio consiste de dos componentes principales: un estudio de la situación actual del manejo de residuos municipales en el Area Metropolitana de San Salvador y la formulación de un plan maestro de manejo de residuos sólidos municipales hasta el año 2010.

En el estudio sobre la situación actual del manejo de residuos municipales, fueron llevados a cabo cinco tipos de investigaciones de campo y fueron recopilados y examinados datos e informaciones existentes de varias fuentes. En consecuencia, fue evaluada la situación actual del manejo de residuos municipales del Area Metropolitana de San Salvador y se identificaron los aspectos a ser considerados.

El plan maestro fue formulado estableciendo metas finales como la promoción del bienestar y la salud pública, la implementación del manejo de residuos sólidos municipales sustentable y la contribución a la conservación ambiental. En el plan maestro, fue propuesto un marco de planificación con metas, objetivos y estrategias en fases, el sistema técnico, el sistema financiero y el sistema de organización e institucional. Además, fue propuesto un sistema de manejo regional que permitirá a las 14 municipalidades del Area Metropolitana de San Salvador aprovechar los méritos del manejo regional, ya que estas municipalidades tienen diferentes dimensiones, tales como población, presupuesto municipal, etc.

Durante el estudio se llevaron a cabo tres proyectos pilotos. Dos de ellos, la "Educación Sanitaria/Campaña de Promoción de la Concientización Pública" y "Experimento del Servicio de Recolección", han promovido la participación activa del personal de contraparte y los residentes, causando un efecto muy positivo.

Quisiéramos aprovechar esta oportunidad para expresarle nuestro sincero agradecimiento a su Agencia, al Ministerio de Relaciones Exteriores y al Ministerio de Salud y Bienestar de Japón. Además, deseamos expresar nuestra profunda gratitud al Gobierno de la República de El Salvador, al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN), al Consejo de Alcaldes del Area Metropolitana de San Salvador (COAMSS), a la Oficina de Planificación del Area Metropolitana de San Salvador (OPAMSS), a la Embajada del Japón y a la oficina de JICA en la República de El Salvador por su cooperación durante la implementación de nuestro estudio en la República de El Salvador.

Finalmente, es nuestro deseo que este informe ayude a mejorar el manejo de los residuos sólidos y el saneamiento ambiental urbano en el Area Metropolitana de San Salvador, en la República de El Salvador.

Sinceramente

Hiroshi Kato
Líder del Equipo
Estudio sobre el Manejo Regional de Residuos
Sólidos para el Area Metropolitana de San Salvador en
la República de El Salvador

Abstracto

1 Objetivos del Estudio

El estudio abarca 14 municipios del Área Metropolitana de San Salvador, y se busca lo siguiente:

- Formular un Plan Maestro sobre el MRS regional con metas al año 2010.
- Lograr la transmisión de conocimientos respecto al estudio del MRS y métodos de planificación para el personal de la contraparte.

2 Area de Estudio

Este estudio cubre los siguientes 14 municipios bajo la jurisdicción del COAMSS:

San Salvador, Mejicanos, Ciudad Delgado, Cuscatancingo, Ayutuxtepeque, San Marcos, Nueva San Salvador, Antiguo Cuscatlán, Soyapango, Ilopango, San Martín, Apopa, Nejapa y Tonacatepeque.

3 Residuos Bajo Estudio

Este estudio abarca residuos domésticos, de comercios, residuos institucionales, residuos del barrido de calles y residuos hospitalarios. No abarcarán los residuos industriales.

4 Año Meta

El año meta para el plan maestro es 2010.

5 Plan Maestro

5.1 Objetivos

El objetivo principal del Plan Maestro es establecer un Sistema de Manejo de Residuos Sólidos sostenible para el año meta 2010 en el AMSS, en donde se concentran la mayor población y las actividades económicas principales.

El Plan Maestro busca lo siguiente:

- Promover el bienestar de los ciudadanos y la salud pública;

- Implementar un MRS sostenible; y

- Contribuir a la conservación ambiental.

5.2 Resumen del Plan Maestro

El objetivo del P/M es establecer planes para el MRS municipal sostenible con meta primaria del 100% de cobertura del servicio, e intenta resolver problemas actuales del servicio de aseo que han sido observados a través de este Estudio.

Los méritos del manejo regional de RS municipal consisten de los siguientes:

- Las grandes instalaciones de MRS (por ejemplo, un relleno) que una municipalidad apenas puede manejar debido a problemas tales como la gran carga financiera, la dificultad en reclutar recursos humanos técnicos y la complejidad de administración, pueden ser controlables bajo un esquema de manejo regional. Porque una carga en cada municipalidad miembro es proporcionalmente pequeña en los aspectos respectivos.
- En cuanto a las instalaciones de uso regional, se logrará una economía de escala en el tamaño de las instalaciones y la productividad estará en un rango óptimo comparada con las instalaciones municipales individuales. Por consiguiente, su costo compartido por las municipalidades miembros será más barato que el costo que se requiere para un proyecto individual.

Por otro lado, a veces es muy difícil para varias municipalidades que son políticamente y financieramente autónomas compartir el mismo esquema y colaborar para un beneficio unánime. Observando el sistema actual de MRS municipal en el AMSS, el P/M propone planes que meritan que el MRS regional sea aprovechado por las 14 municipalidades respectivas del AMSS. El sistema de MRS municipal propuesto se presenta en la Figura 1.

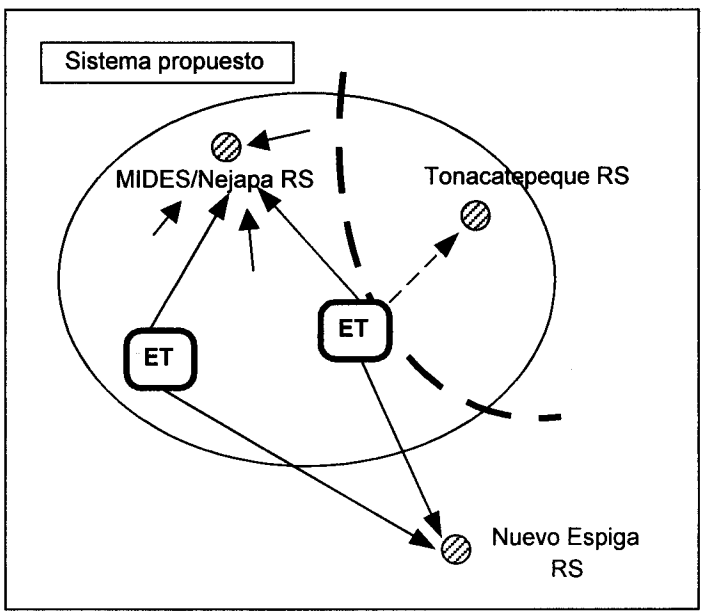

Figura 1: Sistema propuesto de MRSM

Además, el P/M también formulará planes individuales de MRS municipal que son correlativas con el sistema de MRS regional. El Cuadro 1 muestra los componentes principales del P/M y el Cuadro 2 muestra la aplicación en fase del P/M.

Cuadro 1: Principal Components of M/P

Regional system	Individual system
• Transfer transport • Intermediate treatment (separate collection + material recovery facility) • Final disposal (MIDES, Tonacatepeque, Espiga) • Medical waste management (incinerator) • Establishment and operation of Execution Unit of SWM in OPAMSS (UE-OPAMSS) • Establishment and operation of San Salvador Municipal Public Company of Urban Cleansing (EMAUSS) • Encouragement of private sector's participation in SWM, and supervision and control of them	• Introduction of container collection system into areas where do not have collection service. • Renewal of collection vehicles. • Street sweeping • Institutional capacity building of 13 municipalities other than San Salvador (through consultation with UE-OPAMSS) • Encouragement of private sector's participation in SWM, and supervision and control of them

Cuadro 2: Resumen del Plan Maestro

Municipio	Presente (1999)	Fase I 2003	Fase II 2006	Fase III 2010
Población				
San Salvador	473,374	497,844	510,367	512,873
Mejicanos	185,204	200,917	209,708	217,248
Ciudad Delgado	149,394	164,069	172,570	180,727
Cuscatancingo	90,079	104,640	114,077	125,618
Ayutuxtepeque	28,000	34,056	38,014	43,005
San Marcos	69,660	73,452	75,326	76,106
Nueva San Salvador	138,723	160,588	176,944	197,690
Antiguo Cuscatlán	42,773	52,790	61,090	72,950
Soyapango	283,598	290,412	297,183	309,772
Ilopango	127,434	144,985	155,957	168,554
San Martín	73,000	94,175	108,991	129,365
Apopa	163,974	192,728	211,715	235,614
Nejapa	15,000	16,831	17,737	18,350
Tonacatepeque	29,000	33,607	36,399	39,509
Total	**1,869,213**	**2,061,094**	**2,186,078**	**2,327,381**
Manejo de Residuos Sólidos Municipales				
Cantidad de generación de residuos (ton/año)				
San Salvador	206,391	231,945	244,801	259,510
Mejicanos	28,119	31,550	33,303	35,310
Ciudad Delgado	12,101	13,577	14,331	15,195
Cuscatancingo	10,292	11,547	12,189	12,924
Ayutuxtepeque	4,040	4,533	4,785	5,074
San Marcos	12,376	13,885	14,657	15,541
Nueva San Salvador	34,011	38,158	40,278	42,706
Antiguo Cuscatlán	18,300	20,550	21,694	23,013

Municipio	Presente (1999)	Fase I 2003	Fase II 2006	Fase III 2010
Soyapango	58,627	65,850	69,517	73,750
Ilopango	17,368	19,485	20,569	21,810
San Martín	9,605	10,776	11,375	12,061
Apopa	18,145	20,357	21,488	22,784
Nejapa	1,903	2,136	2,254	2,390
Tonacatepeque	8,352	9,370	9,891	10,488
Total	**439,630**	**493,719**	**521,132**	**552,556**
Proporción de cobertura del servicio de recolección (%)				
San Salvador	81.1	88.0	93.1	100
Mejicanos	84.9	90.4	94.5	100
Ciudad Delgado	75.0	84.1	90.9	100
Cuscatancingo	71.5	81.9	89.6	100
Ayutuxtepeque	66.7	78.8	87.9	100
San Marcos	64.8	77.6	87.2	100
Nueva San Salvador	93.5	95.9	97.6	100
Antiguo Cuscatlán	92.1	95.0	97.1	100
Soyapango	94.7	96.6	98.1	100
Ilopango	50.0	68.2	81.8	100
San Martín	65.4	78.0	87.4	100
Apopa	72.7	82.6	90.1	100
Nejapa	52.7	69.9	82.8	100
Tonacatepeque	52.7	69.9	82.8	100
Promedio	**73.8**	**82.6**	**90.1**	**100**
Recolección				
Proporción de recolección separada				
San Salvador	-	-	10.0%	30.0%
Mejicanos	-	5.0%	20.0%	40.0%
Ciudad Delgado	-	-	5.0%	25.0%
Cuscatancingo	-	-	-	20.0%
Ayutuxtepeque	-	-	-	20.0%
San Marcos	-	-	-	20.0%
Nueva San Salvador	-	10.0%	25.0%	45.0%
Antiguo Cuscatlán	-	10.0%	25.0%	45.0%
Soyapango	-	10.0%	25.0%	45.0%
Ilopango	-	-	-	15.0%
San Martín	-	-	-	20.0%
Apopa	-	-	5.0%	25.0%
Nejapa	-	-	-	15.0%
Tonacatepeque	-	-	-	15.0%
Promedio	**-**	**2.9%**	**11.3%**	**30.7%**
Estación de transferencia				
E/T 1 (350 ton/día)	-	E/F, EIA, D/B, D/D y construcción	Operación	Operación

Municipio			Presente (1999)	Fase I 2003	Fase II 2006	Fase III 2010
	E/T 2 (900 ton/día)		-	E/F, EIA, D/B, D/D	Construcción y operación	Operación
Tratamiento intermedio						
	P/S		-	-	E/F, EIA, D/B, D/D	Construcción y operación
	Incinerador		-	-	-	Iniciar análisis
Relleno						
	R/S MIDES Nejapa		Operación	Operación	Operación	Operación
	R/S Tonacatepeque		-	E/F, EIA, D/B, D/D	Construcción y operación	Operación
	R/S Nuevo Espiga		-	Construcción y operación	Operación	Operación
Costos (millones de colones, incluye costos económicos)						
	Sistema regional	Inv.	-	67.1	49.2	16.2
		O&M	-	2.1	29.1	54.1
		Total	-	**69.2**	**78.3**	**70.3**
	Sistema individual	Inv.	-	104.9	10.5	116.2
		O&M	-	508.9	525.8	742.0
		Total	-	**613.8**	**536.3**	**858.2**
	Total		-	**683.0**	**614.6**	**928.5**
Manejo de residuos hospitalarios						
Cantidad generada de residuos (ton/año)			**1,168**	**1,285**	**1,361**	**1,449**
Tratamiento intermedio						
	Autoclave Nejapa		Operación	Operación	Operación	Operación
	Incinerador		-	E/F, EIA, D/B, D/D y construcción	Operación	Operación
Costos (millones de colones, no incluye costos económicos)						
	Incinerador	Inv.	-	24.5	-	0.7
		O&M	-	-	5.3	7.1
		Total	-	**24.5**	**5.3**	**7.8**

6 Recomendaciones

6.1 Recopilación y Utilización de Datos

Se recomienda verificar, recopilar y utilizar de manera sistemática los datos e información respecto al "flujo de residuos" cada año, para dar seguimiento y comprobar lo que esta asumido y planeado en el P/M. Dicha recopilación de datos e información será en extremo importante para revisar y modificar el P/M cuando sea necesario en un futuro. Al mismo tiempo, se pueden comprender las tendencias anuales de las particularidades del MRS. Dichos datos seguramente sugerirán una

clave para mejorar el sistema de MRS del AMSS.

6.2 Optimización de Rutas de Recolección

La mayor parte de las rutas de recolección en los municipios están decididas sobre la base del juicio empírico de los motoristas de los vehículos de recolección o no son revisadas con cuidado. Por ello, es usual y crónica la baja capacidad o exceso de capacidad de la carga de residuos en el AMSS. Esto en consecuencia reduce la eficiencia de recolección y la vida útil por descomposturas innecesarias de los vehículos de recolección (principalmente por exceso de carga).

El proyecto piloto de optimización de rutas de recolección del Estudio verificó que la eficiencia en las tareas de recolección puede ser mejorado mediante la distribución apropiada de vehículos que acarrea la práctica de optimización de las rutas de recolección. Ya que el Estudio elaboró el Manual de Optimización de Rutas de Recolección, este debe ser utilizado por parte de los funcionarios de los respectivos municipios para llevar a cabo tales prácticas de optimización.

6.3 Estaciones de Transferencia y Transporte Mediante Tractocamiones

Los 14 municipios actualmente realizan el transporte directo mediante sus vehículos de recolección, cuya distancia de recorrido es muy larga para muchos de ellos. Se recomienda contar con un sistema de E/T y transporte mediante tractocamiones para realizar las actividades de recolección y transporte de manera eficiente y prolongar la vida útil de los vehículos de recolección. Las estaciones de transferencia deben localizarse en lugares óptimos para lograr la costeabilidad de las actividades de MRS y los beneficios ambientales.

6.4 Administración de los Servicios de MRS

El Estudio recomienda medidas de mejoramiento institucional para la administración del servicio de MRS. Recomienda para la alcaldía de San Salvador que forme la Empresa Municipal de Aseo Urbano de San Salvador (EMAUSS), para que proporcione servicios de MRS que sean más competitivos y eficientes.

El Estudio también propone la creación de la Unidad Ejecutora de MRS de la OPAMSS (UE-OPAMMS) para que apoye a los otros 13 municipios en el mejoramiento técnico y administrativo de los servicios correspondientes de MRS.

6.5 Contabilidad por Separado

Todos los municipios con excepción de San Salvador no hacen una distinción clara entre la contabilidad del MRS y otras cuentas de la alcaldía. Por ello, el saldo de ingresos/egresos de los servicios de MRS no es claro y no se realiza retroalimentación para el mejoramiento de las actividades operativas. Para poder llevar a cabo servicios sustentables y competitivos de MRS, se recomienda que la contabilidad de los servicios de MRS se lleve de manera independiente de la contabilidad general de la alcaldía.

6.6 Recaudación de Tasas de MRS

Se aprecia que la facturación conjunta de las tasas de MRS con la electricidad para los hogares es un sistema de recaudación efectivo; sin embargo, se observa que no se cargan tasas razonables para los grandes generadores comerciales/institucionales.

Para poder realizar los servicios sustentables de MRS, es necesario establecer y facilitar una estructura de tarifas y sistema de recaudación en el que se carguen y cobren las tasas correspondientes de acuerdo con el servicio prestado.

Por ello, se recomienda mejorar la eficiencia en la recaudación de tasas para los hogares y aplicar un sistema de tasación específico (tasa en proporción a la cantidad de residuos) para los grandes generadores.

6.7 Implementación del Plan Maestro

Este estudio de desarrollo (El Estudio sobre el Manejo Regional de Residuos Sólidos para el Area Metropolitana de San Salvador en la República de El Salvador), bajo el programa de cooperación técnica de JICA, finalizará cuando se entregue el Informe Final del Estudio a la parte salvadoreña en noviembre del 2000. El P/M para manejo de residuos sólidos debe ser implementado por la parte salvadoreña. Si éste no se implementa, esto significa que todo el tiempo y los recursos canalizados al estudio resultaron en vano. Es más, no se alcanzarán los beneficios esperados en el P/M tales como "promover el bienestar de los ciudadanos y la salud pública"; "implementar un MRS sostenible" y "contribuir a la conservación ambiental". Por ello, el Equipo de Estudio recomienda ampliamente que se implemente el P/M, sus planes y proyectos.

A partir de ahora, es necesario que la parte salvadoreña procure los recursos técnicos y financieros para implementar el P/M. Este P/M está formulado considerando ampliamente la capacidad técnica y financiera salvadoreña para el MRS; por ello, por lo que se considera que está listo para su instrumentación.

Para evitar que el estudio tenga un final improductivo al no implementar el P/M, la parte salvadoreña debe crear tales condiciones para que los planes y proyectos recomendados en el P/M puedan dárseles seguimiento y ser promovidos continuamente. En la práctica, se recomienda que la parte salvadoreña solicite cooperación técnica a JICA y/o a otra agencia de cooperación internacional para el seguimiento e implementación de los proyectos del P/M.

Estudio sobre el Manejo Regional de Residuos Sólidos Para el Area Metropolitana de San Salvador en la República de El Salvador

Listado de Volúmenes

Volumen I	Resumen Ejecutivo
Volumen I(S)	Resumen 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 en español)

Este es el Resumen Ejecutivo.

En este informe se estimaron los costos de los proyectos a precios de abril del 2000 y una tasa de cambio de 1 US$ = 105.00 yenes de Japón = 8.75 Colones.

Contenido

Abstracto
Mapas de Ubicación del Area de Estudio (1), (2)
Láminas
Lámina 1: Investigaciones de campo (1)
Análisis de la Cantidad y Composición de Residuos
Lámina 2: Investigaciones de campo (2)
Análisis de la Cantidad y Composición de Residuos, Estudio sobre el Mercado de Reciclaje
Lámina 3: Investigaciones de campo (3)
Sondeo de Opinión Pública (SOP), Estudio de Tiempos y Movimientos
Lámina 4: Investigaciones de campo (4)
Estudio sobre Residuos Hospitalarios
Lámina 5: Investigaciones de campo (5)
Situación actual del MRS en el Area Metropolitana de San Salvador
Lámina 6-7: Proyectos Pilotos

Contenidos i
Lista de Cuadros iv
Lista de Figuras vii
Lista de Abreviaturas viii

Índice

Página :

1 Perfil del Estudio 1
1.1 Antecedentes 1
1.2 Objetivos del Estudio 1
1.3 Area de Estudio 2
1.4 Residuos Bajo Estudio 2
1.5 Año Meta 2
1.6 Hipótesis Clave (Población, Economía, etc.) 2
1.6.1 Condiciones Socioeconómicas 2
1.6.2 Cantidad y Composición de Residuos 3
1.6.3 Vida Útil del Equipo e Instalaciones 4
1.7 Cronograma del Estudio 4
1.8 Organización del Estudio y Asignación de los Equipos de Estudio 6
1.9 Transferencia de Tecnología 7
2 Perfil del Area de Estudio 8

2.1 Condiciones Naturales 8

2.2 Condiciones Socioeconómicas 9
2.2.1 Macroeconomía del País 9
2.2.2 Administración 10
2.2.3 Salud Pública 11

2.3 Estructura Urbana 11
2.3.1 Origen y Evolución del Area de Estudio 11
2.3.2 Densidad de Población 12
2.3.3 Transporte 12

2.4 Condiciones Financieras 13
2.4.1 Finanzas Públicas del Gobierno Central 13
2.4.2 Presupuesto Anual de Los Ministerios e Instituciones Relacionadas 13
2.4.3 Sistema de Gravámenes 13

2.5 Política Ambiental 14
2.5.1 Reseña General 14

2.6 Otras Infraestructuras 14
2.6.1 Abastecimiento de Agua y Alcantarillado 14
2.6.2 Caminos 15
2.6.3 Orden de Prioridades de la Inversión en Infraestructura 15

3 Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos 16

3.1 Investigaciones de Campo 16

3.2 Población Proyectada para el Servicio 16

3.3 Historia de la Gestión de Desechos Sólidos 17

3.4 Flujo de Residuos 18
3.4.1 Residuos Sólidos Municipales 18
3.4.2 Residuos Hospitalarios 21

3.5 Sistema Técnico 22
3.5.1 Sistema de Almacenaje y Descarga 22
3.5.2 Sistema de Recolección y Transporte 22
3.5.3 Sistema de Procesamiento, Tratamiento y Reciclaje 29
3.5.4 Sistema de Barrido de Calles 29
3.5.5 Sistema de Disposición Final 30
3.5.6 Otras Actividades del MRS por parte de ONGs 34
3.5.7 Manejo de Residuos Hospitalarios 35

3.6 Sistema Institucional, Organizacional y Financiero 36
3.6.1 Sistema Institucional de Manejo de Residuos Sólidos 36
3.6.2 Sistema Organizacional del Manejo de Residuos Sólidos 39
3.6.3 Sistema Financiero 40

3.7 Estudios Relevantes 44

3.8 Proyecto MIDES 45

3.9 Evaluación de las Condiciones Actuales y Confirmación de Aspectos Claves 49
3.9.1 Sistema Técnico 49
3.9.2 Sistema Institucional y Organizacional 50

3.9.3 Sistema Financiero 52

4 Proyectos Pilotos 56

4.1 Educación Sanitaria y Campaña de Promoción de la Concientización Pública 56
4.1.1 Perfil del Proyecto Piloto 56
4.1.2 Resultados del Proyecto Piloto 57

4.2 Experimento del Servicio de Recolección 58
4.2.1 Delineamiento del Proyecto 58
4.2.2 Resultados del Proyecto 58

4.3 Optimización de Rutas de Recolección 59
4.3.1 Objetivos 59
4.3.2 Selección de Ruta Meta 60
4.3.3 Resultados del Proyecto 60

5 Marco de Plan Maestro 61

5.1 Objetivos, Metas y Estrategias 61
5.1.1 Objetivos y Año Meta 61

5.2 Pronóstico de la Futura Cantidad y Composición de los Residuos 61
5.2.1 Residuos Sólidos Municipales 61
5.2.2 Residuos Hospitalarios 64

5.3 Otras Condiciones Previas 64
5.3.1 Condiciones Financieras 64

5.4 Análisis Comparativo de Alternativas Técnicas 67
5.4.1 Sistema de Almacenamiento y Descarga 67
5.4.2 Sistema de Recolección y Transporte 67
5.4.3 Sistema de Procesamiento Intermedio 68
5.4.4 Sistema de Disposición Final 69
5.4.5 Sistema para el Manejo de Residuos Hospitalarios 71

6 Particularidades a considerarse para la Formulación del Plan Maestro 73

6.1 Políticas para la Selección de un Sistema Óptimo 73

6.2 Sistema Técnico 74
6.2.1 Particularidades Técnicas a ser Consideradas 74

6.3 Sistema Institucional y Organizacional 75

6.4 Sistema Financiero 78

7 El Plan Maestro 80

7.1 Delineamiento del Plan Maestro 80
7.1.1 Sistema de Manejo Regional 81
7.1.2 Sistema de Manejo Individual 82

7.2 Sistema Institucional y Organizacional 87

7.3 Sistema Financiero 90
7.3.1 Principios Básicos del Enfoque Metropolitano 90

7.3.2 Aspectos Claves a ser Mejorados 93

7.4 Estimación de Costos 93
7.4.1 Sistema de Manejo Regional 93
7.4.2 Sistema de Manejo Individual 96

7.5 Evaluación del Plan Maestro 100
7.5.1 Evaluación Técnica 100
7.5.2 Evaluación Financiera 102
7.5.3 Evaluación Económica 113
7.5.4 Evaluación Institucional 114
7.5.5 Evaluación Social 115
7.5.6 Evaluación Ambiental 116

8 Conclusiones y Recomendaciones 119

8.1 Conclusiones 119

8.2 Recomendaciones 120
8.2.1 Recopilación y Utilización de Datos 120
8.2.2 Optimización de Rutas de Recolección 120
8.2.3 Estaciones de Transferencia y Transporte Mediante Tractocamiones 121
8.2.4 Administración de los Servicios de MRS 121
8.2.5 Contabilidad por Separado 121
8.2.6 Recaudación de Tasas de MRS 121
8.2.7 Implementación del Plan Maestro 122

Lista de Cuadros

Página :

Cuadro 1-1: Pronóstico de Población en el Area de Estudio 2
Cuadro 1-2: Tasa de Crecimiento del PIB en el AMSS 3
Cuadro 1-3: Pronóstico del PIBR en el AMSS 3
Cuadro 1-4: Cantidad de Generación de Residuos en el 2010 3
Cuadro 1-5: Pronóstico de la Cantidad Futura Generada de Residuos Hospitalarios 3
Cuadro 1-6: Composición Física de los Residuos Domésticos 4
Cuadro 1-7: Composición Física de Residuos Comerciales, Institucionales, de Mercado y del Barrido de Calles 4
Cuadro 1-8: Vida Útil y Valor de Desecho 4
Cuadro 2-1: Estaciones del Año 8
Cuadro 2-2: Parámetros Climáticos Registrados en la Estación Meteorológica de Ilopango.8
Cuadro 2-3: Tendencia de la Estructura Industrial 10
Cuadro 2-4: Municipios que forman el Area Metropolitana de San Salvador 12
Cuadro 2-5: Densidad de Población en el AMSS en 1999 12
Cuadro 2-6: Presupuesto Anual de los Ministerios Relacionados 13
Cuadro 2-7: Gravamen del Impuesto sobre la Renta de Personas Físicas 14
Cuadro 2-8: Programas Desarrollados por PLAMADUR 15
Cuadro 3-1: Población Calculada en el Área de Estudio en 1998 y 1999 16
Cuadro 3-2: Cobertura de Recolección en el Area Urbana para el Año de 1992 y 1996 17
Cuadro 3-3: Flujo de Residuos en 1998 19

Cuadro 3-4: : Proporción de Generación de Residuos 20
Cuadro 3-5: Datos de Pesaje en el Sitio de Disposición de Mariona (1998) 20
Cuadro 3-6: Proporción de Generación de Residuos 21
Cuadro 3-7: Número de Camas 22
Cuadro 3-8: Cantidad Generada de Residuos 22
Cuadro 3-9: Método de Recolección 24
Cuadro 3-10: Areas y Rutas de Recolección Actuales 25
Cuadro 3-11: Vehículos de Recolección que Poseen Actualmente los Municipios 25
Cuadro 3-12: Tipos de Camiones Compactadores Utilizados en el Area de Estudio 26
Cuadro 3-13: Condiciones de los Vehículos de Recolección 26
Cuadro 3-14: Disponibilidad de Camiones de Acuerdo con el Año de Fabricación 26
Cuadro 3-15: Productividad de los Camiones Compactadores 27
Cuadro 3-16: Distancia de Transporte 27
Cuadro 3-17: Talleres en el AMSS 28
Cuadro 3-18: Distribución de Microempresas Registradas o Identificadas en el AMSS en 1999 29
Cuadro 3-19: Longitud del Barrido Manual de Calles 29
Cuadro 3-20: Longitud del Barrido de Calles mediante Barredora Mecánica 30
Cuadro 3-21: Sitios de Disposición Final Usados por los 14 Municipios 30
Cuadro 3-22: Operación de Relleno de los Sitios de Disposición Final Respectivos 33
Cuadro 3-23: Estructura de Relleno de los Sitios de Disposición Existentes 33
Cuadro 3-24: Actividades de MRS por Parte de ONGs 34
Cuadro 3-25: Marco Jurídico en Relación con el Manejo de Residuos Sólidos 36
Cuadro 3-26: Funciones a Cumplir por Instituciones y Entidades en el MRS del AMSS (Año 1999) 38
Cuadro 3-27: Organigrama y Ordenanzas Municipales en el AMSS 39
Cuadro 3-28: Jerarquía del Servicio de Aseo en los Municipios del AMSS (Personal y recursos), 1999 40
Cuadro 3-29: Tendencias de los Ingresos y Egresos Anuales 42
Cuadro 3-30: Costo Unitario del MRS 43
Cuadro 3-31: Costos Típicos del MRS Municipal 43
Cuadro 3-32: Balance del MRS Municipal (1999) 44
Cuadro 3-33: Estudios Relevantes 45
Cuadro 3-34: Costos de Inversión Propuestos 46
Cuadro 3-35: Programación Propuesta 46
Cuadro 3-36: Cantidad Mínima a ser Dispuesta en el R/S de Nejapa 48
Cuadro 3-37: : Desempeño de otras Actividades del Proyecto MIDES-1999 48
Cuadro 3-38: Sistemas Organizacionales en el MRS. Confirmación de Temas Claves 51
Cuadro 3-39: Análisis del Balance Actual del MRS 52
Cuadro 3-40: Costo de MRS y Carga sobre el Ingreso de los Ciudadanos (CIC) 53
Cuadro 3-41: Costos Representativos de MRS Municipal 53
Cuadro 3-42: Voluntad Para Pagar Tarifas de MRS Municipal 54
Cuadro 4-1: Perfil de Programas de Educación Sanitaria y Campaña de Promoción de la Concientización Pública 57
Cuadro 5-1: Composición de los Residuos Domésticos 62
Cuadro 5-2: Composición de Residuos Comerciales, Institucionales, de Mercado y del Barrido de Calles 62
Cuadro 5-3: Contenido de Humedad 62
Cuadro 5-4: Contenido de Carbono y Nitrógeno 63
Cuadro 5-5: Proporción de Generación de Residuos 63

Cuadro 5-6: Parámetros de Pronóstico en el 2010 63
Cuadro 5-7: Cantidad de Generación de Residuos en el 2010 64
Cuadro 5-8: Pronóstico de la Cantidad Futura de Generación de Residuos Hospitalarios ... 64
Cuadro 5-9: PIBR en el Área Metropolitana de San Salvador 65
Cuadro 5-10: PIBR en el Área Metropolitana de San Salvador 65
Cuadro 5-11: Escala Financiera de las Municipalidades 65
Cuadro 5-12: Predicción del Ingreso Doméstico Promedio 66
Cuadro 5-13: Sistema Financiero Actual de los Municipios 66
Cuadro 5-14: Presupuesto de la OPAMSS 67
Cuadro 5-15: Balance de la OPAMSS 67
Cuadro 5-16: Objetivos y Métodos del Sistema de Tratamiento Intermedio 69
Cuadro 6-1: Enfoque Institucional de los Elementos del MRS en el AMSS 76
Cuadro 6-2: Métodos Optimos de Operación propuestos para el MRS en el AMSS 77
Cuadro 6-3: Mejoramiento del Balance Total hasta el Año 2010 Adoptando Medidas Respectivas 79
Cuadro 6-4: Transferencia de Carga Municipal para Reemplazar Vehículos en el 2001 y 2003 79
Cuadro 7-1: Sistema de Manejo Regional 82
Cuadro 7-2: Planes de Acción de los Aspectos Técnicos 82
Cuadro 7-3: Plan de Acción para los Municipios Respectivos (1) 83
Cuadro 7-4: Plan de Acción para los Municipios Respectivos (2) 84
Cuadro 7-5: Plan de Acción para los Municipios Respectivos (3) 85
Cuadro 7-6: Plan de Acción para los Municipios Respectivos (4) 86
Cuadro 7-7: Institucionalización del PM para el MRS en el AMSS 87
Cuadro 7-8: Comparación de Gastos Totales con/sin el P/M 90
Cuadro 7-9: Resumen de Gastos del Sistema de Manejo Regional 90
Cuadro 7-10: Condiciones para la Estimación de Costos del Proyecto 92
Cuadro 7-11: Resultados de la Estimación de Costos del Proyecto 92
Cuadro 7-12: Costo Global 94
Cuadro 7-13: Costo del Sistema de Recolección Mediante Contenedores 96
Cuadro 7-14: Costo de Recolección 98
Cuadro 7-15: Costo de Barrido de Calles (Barrido Manual) 99
Cuadro 7-16: Costo de Barrido Mecánico (sólo en San Salvador) 99
Cuadro 7-17: Condiciones de las Respectivas Alternativas de Financiamiento 103
Cuadro 7-18: Costo Unitarios con Base en las Condiciones Respectivas de Financiamiento 103
Cuadro 7-19: Método de Evaluación Financiera para el P/M 103
Cuadro 7-20: Ingresos y Egresos para la Evaluación Financiera del Sistema de Manejo Regional 104
Cuadro 7-21: Plan de Ingresos para la Evaluación Financiera del Sistema de Manejo Regional 105
Cuadro 7-22: Condiciones del Cálculo 105
Cuadro 7-23: Egresos para los Casos de "Con P/M" y "Sin P/M" 106
Cuadro 7-24: Costos por Utilizar Proyectos Regionales para Municipios Respectivos 107
Cuadro 7-25: Comparación del Balance Total hasta el 2010 108
Cuadro 7-26: Comparación del Balance Total hasta el 2010 en San Martín y Tonacatepeque para los Casos "Con P/M" y "Participar en R/S MIDES" 108
Cuadro 7-27: Mejoras en el Balance Total Adoptando Medida 1 (Facturación Conjunta con Electricidad e Incremento de Recaudación de Tasas) 109
Cuadro 7-28: Mejora en Balance Total Adoptando Medida 2 (Tasación Específica para Grandes Generadores) 110

Cuadro 7-29: Nivel de Incremento de Precios y Balance Total hasta el 2010 111
Cuadro 7-30: Costos Representativos de MRS Municipal en Países de Ingreso Medio y Porcentaje sobre el Ingreso del Ciudadano 111
Cuadro 7-31: Balance en Caso de otras Condiciones Financieras 112
Cuadro 7-32: Proporción de Carga de MRS sobre Presupuesto Municipal en Caso de Otras Condiciones Financieras 113
Cuadro 7-33: Evaluación Institucional del PM por Objetivos y Componentes 115
Cuadro 7-34: Resumen Evaluación Social del PM 116

Lista de Figuras

Página :
Figura 1-1: Cronograma del Estudio 5
Figura 1-2: Estructura Organizativa del Estudio 6
Figura 2-1: Tasa de Crecimiento Económico (PIB) 9
Figura 3-1: Flujo General de Residuos en 1998 19
Figura 3-2: Flujo Actual de Residuos Hospitalarios 21
Figura 3-3: Sistema de Recolección y Transporte en el AMSS 23
Figura 3-4: Ubicación de los Sitios de Disposición Final Existentes 32
Figura 3-5: Esquema Institucional Regulatorio y Operacional para el MRS en el AMSS ... 37
Figura 3-6: Relación entre el CIC, CDP y VPP 54
Figura 5-1: Sistema Presente de MRS Municipal 70
Figura 5-2: Sistema Propuesto de MRS Municipal 70
Figura 7-1: Sistema Presente de MRS Municipal 80
Figura 7-2: Sistema Propuesto de MRS Municipal 81
Figura 7-3: Sistema Regional de Manejo de Residuos Sólidos Municipales en el AMSS ... 88
Figura 7-4: Sistema Metropolitano de MRS Hospitalarios Peligrosos en el AMSS 89

Lista de Abreviaturas

ACCR	Análisis de la Cantidad y Composición de Residuos
AECI	Agencia Española de Cooperación Internacional
AIDIS	Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental
AMSS	Área Metropolitana de San Salvador
ANDA	Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados
AU	Área urbanizable
BA	Botadero abierto
BCR	Banco Central de Reserva
BD	Base de datos
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
BIRF	Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento
BOT	Construido, operado y transfiere
BOOT	Construido operado, es propietario y transfiere
BYRP	Bono libre de riesgo más un premio
CA	Centro de acopio
CAESS	Compañía de Alumbrado Eléctrico de San Salvador
CAPM	Modelo de valorización de activos de capital
CDA	Concejo Departamental de Alcaldes
CDP	Capacidad de pago
CEPRHI	Comité Ejecutivo Protector de Recursos Hídricos
CESTA	Centro Salvadoreño de Tecnología Apropiada
CIC	Carga sobre el ingreso del ciudadano
CIDA	Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional
COAMSS	Consejo de Alcaldes del Área Metropolitana de San Salvador
COMURES	Corporación de Municipalidades de la República de El Salvador
C/P	Contraparte
CRC	Cobertura de zona
CTR	Costo por tonelada recolectada
CTT	Costo por tonelada transportada
DA	Zona de desarrollo agrícola
D/B	Diseño básico
DBO	Demanda biológica de oxígeno
D/D	Diseño detallado
DELSUR	Distribuidora de Electricidad del Sur
DIGESTYC	Dirección General de Estadística y Censos
DQO	Demanda química de oxígeno
DR	Desarrollo restringido
DTE	Desarrollo turístico ecosostenible
DUA	Dirección de Urbanismo y Arquitectura
ECC	Eficiencia en uso de capacidad del camión
EDE	Empresas Distribuidoras de Electricidad
E/F	Estudio de factibilidad
EIA	Estudio/evaluación de Impacto Ambiental
EMAUSS	Empresa Municipal de Aseo Urbano de San Salvador
EPS-RS	Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos
ERH	Estudio de residuos hospitalarios
ERZ	Eficiencia de ruta
E/T, ET	Estación de transferencia
ETM	Estudio de tiempos y movimientos
E/T&T	Estaciones de trasferencia y transporte
FIRR	Tasa interna financiera de retorno
FISDL	Fondo de Inversión Social para el Desarrollo Local
FMLN	Farabundo Martí de Liberación Nacional
FODES	Fondo de Desarrollo Económico Social
FUSADES	Fundación Salvadoreña para el Desarrollo

FUSAL	Fundación Salvadoreña para la Salud y el Desarrollo
GCK	Gasto de combustible por kilómetro
GTZ	Cooperación Técnica Alemana
HHI	Índice Herfindalh-Hirschman
ICI	Institucional, comercial e industrial
IMR	Instalación para recuperación de materiales
IPC	Indice de precios al consumidor
IRH	Incineración de residuos hospitalarios
ISDEM	Instituto Salvadoreño de Desarrollo Municipal
ISSS	Instituto Salvadoreño del Seguro Social
IUDOP	Instituto Universitario de Opinión Pública
IVA	Impuesto al Valor Agregado
JBIC	Banco de Japón para la Cooperación Internacional
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
KCG	Kilómetros por galón de combustible
MARN	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
MIDES	Manejo Integral de Desechos Sólidos
MINED	Ministerio de Educación
MOH	Ministerio de Hacienda
MP	Zona de máxima protección
MRS	Manejo de residuos sólidos
MRSH	Manejo de residuos sólidos hospitalarios
MSPAS	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social
NHB	Necesidades humanas básicas
O&M	Operación y mantenimiento
OMS	Organización Mundial de la Salud
ONGs	Organizaciones no gubernamentales
OPAMSS	Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PBV	Peso bruto del vehículo
P/C	Planta de compost
PIB	Producto interno bruto
PEAD	Polietileno de alta densidad
PET	Polietileno tereftalato
PIBR	Producto interno bruto regional
PLAMADUR	Plan Maestro de Desarrollo Urbano
P/M	Plan Maestro
PNC	Policía Nacional Civil
PNUD	Programa de Naciones Unidas par el Desarrollo
PROCOMES	Proyectos Comunales de El Salvador
PS, P/S	Planta de selección
PSP	Participación del Sector Privado
RC	Relleno controlado
RCXE	Recolección por empleado
RCXEH	Recolección por empleado por hora
RCXK	Recolección por kilómetro
REDES	Fundación Salvadoreña para la Reconstrucción y el Desarrollo
R/S	Relleno sanitario
RS	Residuos Sólidos
RSH	Residuos sólidos hospitalarios
RSM	Residuos Sólidos Municipales
SA	Servicio de aseo
SAE	Especialistas en servicios ambientales
SACDEL	Sistema de Asesoría y Capacitación para el Desarrollo Local
S/D	Sitio de disposición
SDF	Sitios de disposición final
SDT	Sólidos disueltos totales

SEMA	Secretaría Ejecutiva del Medio Ambiente
SIGET	Superintendencia General de Electricidad y Telecomunicaciones
SINAMA	Sistema Nacional de Gestión del Medio Ambiente
SMU	Salario mínimo urbano
SOP	Sondeo de opinión pública
UCA	Universidad Centroamericana José Simeón Cañas
UNES	Unidad Ecológica Salvadoreña
UE-OPAMSS	Unidad Ejecutora de Manejo de Residuos Sólidos de la OPAMSS
USAID	Agencia Estadounidense para el Desarrollo Internacional
UTLA	Universidad Tecnológica Latinoamericana
VPP	Voluntad para pagar
VRC	Velocidad en ruta
VT	Velocidad de transporte
ZP	Zona de protección

Abreviatura para los 14 Municipios

SS	San Salvador
MJ	Mejicanos
CD	Delgado
CT	Cuscatancingo
AY	Ayutuxtepeque
SM	San Marcos
ST	Nueva San Salvador
AC	Antiguo Cuscatlan
SY	Soyapango
IL	Ilopango
SMT	San Martin
AP	Apopa
NJ	Nejapa
TN	Tonacatepeque