

Parte 2

Plan Maestro para el Manejo de Residuos Sólidos Municipales

Capítulo 5

*Selección del
Mejor Sistema Técnico*

5 Selección del Mejor Sistema Técnico

5.1 Principios para la Selección del Mejor Sistema Técnico

5.1.1 Criterio para la Selección

Tomando muy en cuenta la situación actual y antecedentes del MRS en el área de estudio, las premisas para la selección del sistema técnico son las siguientes:

- 1) Los sistemas y tecnologías a ser adoptados deben ser simples para facilitar y abaratar la operación y el mantenimiento.
- 2) Las necesidades de financiamiento extranjero para la compra, operación y mantenimiento de los sistemas deben ser minimizadas. La utilización de materiales y servicios disponibles localmente debe ser maximizada.
- 3) Las propuestas sobre el sistema técnico deben ser consistentes con los requerimientos institucionales para asegurar su eficacia.

5.1.2 Procedimiento para la Selección del Mejor Sistema Técnico

Un sistema técnico para el MRS consiste de varios sub-sistemas, tales como: descarga y almacenamiento, recolección y transporte, procesamiento, reciclaje, barrido de calles, disposición final, etc. Una serie de alternativas pueden ser formuladas a partir de la combinación de estos diversos sub-sistemas. Por lo tanto, la selección del sistema técnico apropiado será realizada de acuerdo con los siguientes procedimientos:

1. Investigación de las pre-condiciones para la selección de los sub-sistemas
2. Identificación de las tecnologías de sub-sistemas potenciales para el área de estudio
3. Selección de las tecnologías de sub-sistemas potenciales
4. Comparación de costos unitarios estimados de recolección y transporte para cada tipo de vehículo
5. Selección del sistema técnico óptimo

5.2 Pre-condiciones para la Selección de los Sub-sistemas

La formulación del sistema técnico óptimo es principalmente influenciado por la ubicación y número de lugares de disposición final; lo anterior fue determinado con base en los siguientes principios que fueron establecidos por la AMDC para el estudio en marzo de 1998.

El sitio de disposición final existente deberá ser utilizado por tanto tiempo como sea posible, por medio de mejoramiento del nivel sanitario y la utilización de todo el sitio de la forma más efectiva.

Un nuevo sitio de disposición final deberá ser construido antes que el sitio existente sea completamente relleno con residuos. El nuevo sitio deberá estar ubicado en una localidad no muy lejos del centro de la ciudad, de manera que la distancia de transporte sea menos de 15 km.

5.3 Identificación de los Sub-sistemas Potenciales para el Distrito Central

Los sub-sistemas potenciales seleccionados para el Distrito Central son listados en el Cuadro 5-1.

Cuadro 5-1: Subsistemas Potenciales del MRS en el Distrito Central

Sistemas Técnicos	Subsistemas Técnicos	Componentes del Subsistema
Descarga y almacenamiento	• Separación en la fuente	• Descarga mezclada • Descarga seleccionada
	• Tipo de equipo de almacenamiento	• Bolsas de papel o plástico • Baldes • Almacenamiento de basura <i>in-situ</i> • Contenedores (1 a 2 m ³) • Contenedores comunales de mayor capacidad (más de 5 m ³)
Recolección primaria	• Tipo de sistema de recolección	• Carretón • Carretón impulsado por animales • Carretón impulsado con pedales • Carretilla motorizada
Recolección secundaria y transporte	• Frecuencia de recolección	
	• Método de recolección	• Recolección mezclada • Recolección seleccionada
	• Sistema de recolección	• Recolección en puntual • Recolección en la acera • Recolección a domicilio • Recolección con llamado de campana • Recolección por contenedor público
	• Cronograma de recolección	• Recolección diaria • Recolección nocturna
	• Vehículo de recolección	• Camión compactador • Tractor y trailer • Volquete • Camión basculante
	• Estación de transferencia	
Barrido de calles	• Método de limpieza	• Barrido de calle manual • Limpieza mecánica • Limpieza con aspiradora • Limpieza con chorro de agua
Sistema de procesamiento y tratamiento	• Incineración	
	• Combustible derivado de residuos (CDR)	
	• Producción de biogas	
	• Pirólisis	
	• Compostaje	• Planta de compostaje colectiva • Método de composte <i>in-situ</i>
	• Reducción del tamaño	
	• Selección mecánica y rebuscamiento	
Reciclaje	• Auspiciado por el gobierno	
	• Por el sector privado	
Disposición final	• Método de relleno sanitario	• Cuatro diferentes de niveles sanitarios
Mantenimiento de vehículos y equipo	• Taller de servicio preventivo	
	• Taller de servicio completo	

5.4 Selección de Tecnologías Potenciales

5.4.1 Sistema de Descarga y Almacenamiento

a. Introducción

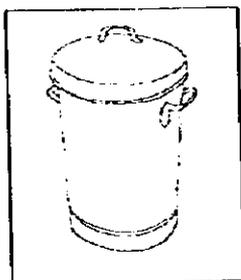
Los residuos son generados básicamente de manera continua. Sin embargo, la recolección ocurre de forma intermitente, unas veces por semana o a diario, dependiendo de la cantidad generada en un sitio específico y las condiciones climáticas prevalecientes. Por lo tanto, es necesario proveer almacenamiento apropiado en el lugar para los residuos hasta que estos sean recolectados.

El almacenamiento es bastante importante porque puede representar un efecto significativo sobre:

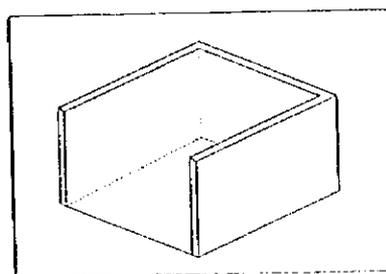
- La salud pública y las condiciones estéticas.
- Los elementos funcionales posteriores como la recolección
- Las actitudes del público en lo referente a la operación del sistema.

Los efectos de los aspectos antes mencionados varían en dependencia de la fuente de generación, es decir, si es residencial, tiendas, oficinas, edificios, etc.

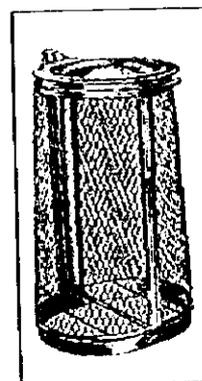
En consecuencia, esta sección trata sobre los sistemas *in-situ* para el manejo y almacenamiento de los residuos en el área de estudio.



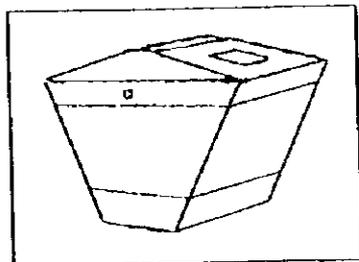
Balde



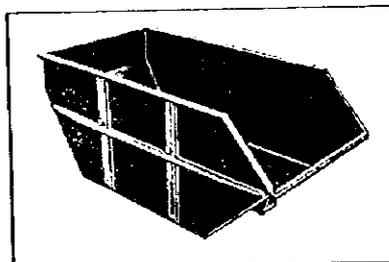
Almacenamiento de residuo *in-situ*



Saco o bolsa de papel o plástico



Contenedor (1 a 2 m³)



Contenedor comunal de gran capacidad



Rampa (tolva para almacenamiento de residuos)

b. Conclusión sobre el Sistema de Almacenamiento

La falta de un sistema adecuado de almacenamiento de residuos en el área de estudio es una de las causas principales que afecta la eficiencia de los trabajos de recolección. Para rectificar esta situación, será necesario incorporar sistemas apropiados de manejo y almacenamiento.

El sistema de baldes plásticos es recomendable pero el sistema de toneles metálicos debe ser eliminado.

Un sistema de almacenamiento de residuos *in-situ* no es en general recomendado para áreas residenciales y comerciales, a menos que los usuarios se encuentren dispuestos a cargar con los costos adicionales y proveer un mantenimiento apropiado.

Un sistema de contenedores de gran capacidad requiere de una inversión considerable, pero contribuye a la reducción de los costos de operación para la recolección y el transporte. Sin embargo, este sistema es recomendable sólo si el obstáculo relacionado a la inversión inicial puede ser resuelto. El tamaño de los contenedores deberá ser determinado de acuerdo a sus propósitos y distribución. Estos contenedores son usualmente ubicados en los puntos de recolección para los mercados y áreas no planificadas que son inaccesibles para los vehículos de recolección. Si los contenedores son ubicados en áreas residenciales o comerciales, pueden inducir a la gente a descargar más residuos, lo que es más, puede instigar a comerciantes a descargar en el contenedor los residuos generados de sus actividades comerciales. Por lo tanto, el método de contenedor requiere que se evalúen cuidadosamente diversas consideraciones.

El sistema de bolsas o sacos plásticos que predomina en la actualidad es apropiado y lo es, aún más, al incluir una canasta que contenga esos sacos a cierta altura.

El sistema de rampas (tolvas para almacenamiento de residuos) es muy apropiado para los mercados.

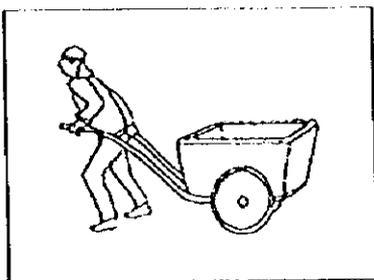
El uso de baldes o bolsas plásticas depende en gran parte del sistema de recolección que será adoptado. Por lo tanto, el mejor sistema de almacenamiento deberá ser seleccionado de estos dos sistemas en concordancia con el sistema de recolección propuesto.

5.4.2 Recolección Primaria

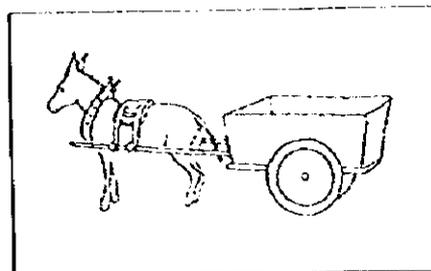
a. Introducción

En áreas con caminos inaccesibles, los residuos tienen que ser llevados a puntos previamente designados para su recolección. Para los residentes que viven cerca de estos puntos no les resulta problemático realizar la descarga por ellos mismos, sin embargo, aquellos que viven más alejados sí podrían afrontar dificultades para realizarla. Por lo tanto, un servicio de recolección primaria que significa transportar los residuos desde las residencias hasta los puntos de recolección, debe ser establecido para el último de los casos.

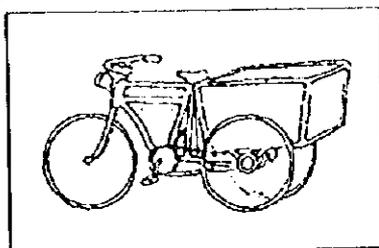
Esta sección discute la idoneidad de varios sistemas potenciales para el área mencionada.



Carreta de mano



Carreta impulsada por animal



Carreta impulsada por pedal

b. Conclusión sobre el Sistema Primario de Recolección

El sistema primario de recolección a ser seleccionado debe requerir el menor capital posible debido a que el pago por los residuos recolectados por este sistema (teniendo como base la cantidad de viajes para la recolección) es muy alto en sí mismo, además, las áreas programadas para estos servicios tienen una capacidad financiera muy limitada. Más aún, el sistema deberá ser maniobrable porque los caminos donde la recolección primaria es necesaria no se encuentran pavimentados, tienen pendientes pronunciadas y son muy estrechos.

Se concluye que los sistemas de carreta de mano y carreta impulsada con pedales son considerados los más adecuados para el Distrito Central.

5.4.3 Sistema de Recolección y Transporte

a. Introducción

El objetivo del sistema de recolección y transporte es recolectar y transportar los residuos desde lugares específicos hasta el sitio de disposición en intervalos regulares, asumiendo costos mínimos y haciéndolo de una manera confiable, y con las debidas consideraciones sanitarias. Es muy importante tener siempre presente que los costos de recolección y transporte de los residuos son, por mucho, la parte más cara de todo el sistema de manejo de residuos.

b. Conclusión sobre el Sistema de Recolección y Transporte

Frecuencia de Recolección	<ul style="list-style-type: none"> • 2 o 3 veces por semana
Método de Recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de descarga separada y recolección mezclada de residuos
Sistema de Recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Punto común de recolección para áreas marginales • Recolección en la acera para áreas residenciales y comerciales estándar
Horario de Recolección	<ul style="list-style-type: none"> • Recolección diurna para áreas estándar • Recolección nocturna para áreas congestionadas
Vehículos de Recolección y Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Camiones compactadores para áreas estándar • Camiones basculantes para áreas marginales
Sistema de Transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte directo sin estación de transferencia

5.4.4 Sistema de Barrido de Calles

a. Introducción

El barrido de calles es uno de los servicios municipales más visibles. De manera consciente o no, los residentes permiten que su opinión sobre la efectividad de los programas de barrido de calles influya en su evaluación sobre la credibilidad de sus líderes municipales y funcionarios locales. Además, los visitantes valoran instintivamente las municipalidades basándose en sus condiciones externas, es decir, su grado de pulcritud. Es así que ciudades sucias no pueden atraer inversionistas extranjeros. Las opiniones vertidas deben ser utilizadas de manera positiva para estimular a los residentes a construir una mejor ciudad.

Los programas de barrido de calles fueron realizados principalmente para eliminar la basura y la suciedad, de manera tal que las calles dieran una apariencia presentable, y que el tráfico no produjera polvo. En algunas áreas en particular, el barrido de calles en forma regular es necesario para prevenir que las alcantarillas se obstruyan. Se debe reconocer, además, que el polvo es un contaminante potencial.

Las municipalidades deben ser capaces de balancear los costos de un adecuado barrido de calles y programas efectivos para controlar la basura, operaciones para el mejoramiento de las alcantarillas, proyectos para asegurar la seguridad de los peatones y los pasajeros de los vehículos, medidas para la contaminación del aire y del agua, con el desarrollo económico. Sin embargo, los programas de educación pública en sí mismos no ayudarán a eliminar la basura de las calles. Los desechos también tienden a acumularse debido a precipitaciones provenientes de la contaminación del aire, del excremento animal, del goteo de aceite, de partes desprendidas de los vehículos, de basura esparcida proveniente de los vehículos de recolección, así como el lodo depositado en el pavimento por las llantas.

b. Conclusión sobre el Sistema de Barrido de calles

El sistema de limpieza por medio de chorros no es adecuado para el Distrito Central en vista de los limitados recursos hídricos y el deficiente sistema de drenaje.

Los sistemas de barrido mecánico y por medio de aspiradoras tampoco son idóneos para el Distrito Central debido a que requieren gran capital e incurren en altos costos operacionales y de mantenimiento; además, la ciudad presenta sectores con vías de acceso muy congestionadas. Sin embargo, este sistema podría ser aplicable a vías troncales no congestionadas.

En conclusión, el barrido manual es el más adecuado para el Distrito Central debido a la abundante y barata mano de obra. Los trabajos que se derivan de esta actividad pueden contribuir, aunque sea en menor grado, hacia un mejoramiento de la economía del Distrito Central. Este sistema también es flexible y puede hacerle frente a residuos que contengan mucha arena.

5.4.5 Sistema de Procesamiento y Tratamiento

Esta sección considera opciones viables para:

- El tratamiento de residuos por medio de la remoción de algunas características no deseables (por ejemplo, la reducción de su volumen, conversión de los residuos en material inerte).
- La recuperación de parte de los residuos, ya sea como energía (gas, vapor o electricidad) o material reusable (por ejemplo, el papel de desechos, la chatarra, abono).

Varios criterios de suma importancia son tomados en cuenta para evaluar la idoneidad y viabilidad de cualquier sistema de manejo, tratamiento o recuperación de residuos. Algunos de ellos son los siguientes:

- Factibilidad técnica.
- El grado en que la tecnología propuesta ha sido probada, es decir, "han estado estos sistemas en operación en otros lugares?".
- La confiabilidad del sistema y aspectos similares (estas preguntas son particularmente importantes cuando se consideran las tecnologías más recientes; teniendo en cuenta, por ejemplo, que muchos sistemas de recuperación son de reciente desarrollo).
- Sus implicaciones financieras y económicas: cuáles son los beneficios potenciales derivados del ahorro en los costos de transporte y disposición y de la venta de materiales recuperados; qué otros beneficios económicos el sistema ofrece en términos de ahorro en el uso de moneda extranjera, empleo, etc. De especial importancia son los alcances reales sobre la venta y uso de cualquier producto recuperado, en vista de que éste puede ser con frecuencia menor que lo estimado.
- Los requerimientos administrativos: por ejemplo, cuánto personal administrativo y mano de obra calificada requiere el sistema para operar apropiadamente, cuánta cooperación puede ser obtenida del público, etc. A menos que los recursos necesarios y habilidades se encuentren disponibles, el sistema puede ser menos atractivo que lo que aparenta inicialmente.

Nuestra evaluación de cada una de las operaciones mostrada a continuación, toma en consideración las condiciones predominantes y los problemas en el área de estudio, se evalúan en términos amplios la idoneidad técnica y las implicaciones económicas de los diferentes sistemas para manejar, tratar y recuperar los residuos sólidos en el área de estudio.

Las siguientes tecnologías intermedias son discutidas en esta sección:

- Incineración
- Producción de combustible derivado de residuos (CDR)
- Producción de biogas
- Pirólisis
- Producción de abono (composte)
- Reducción en tamaño
- Selección mecánica y recuperación

Estas tecnologías son mostradas en la Figura 5-1.

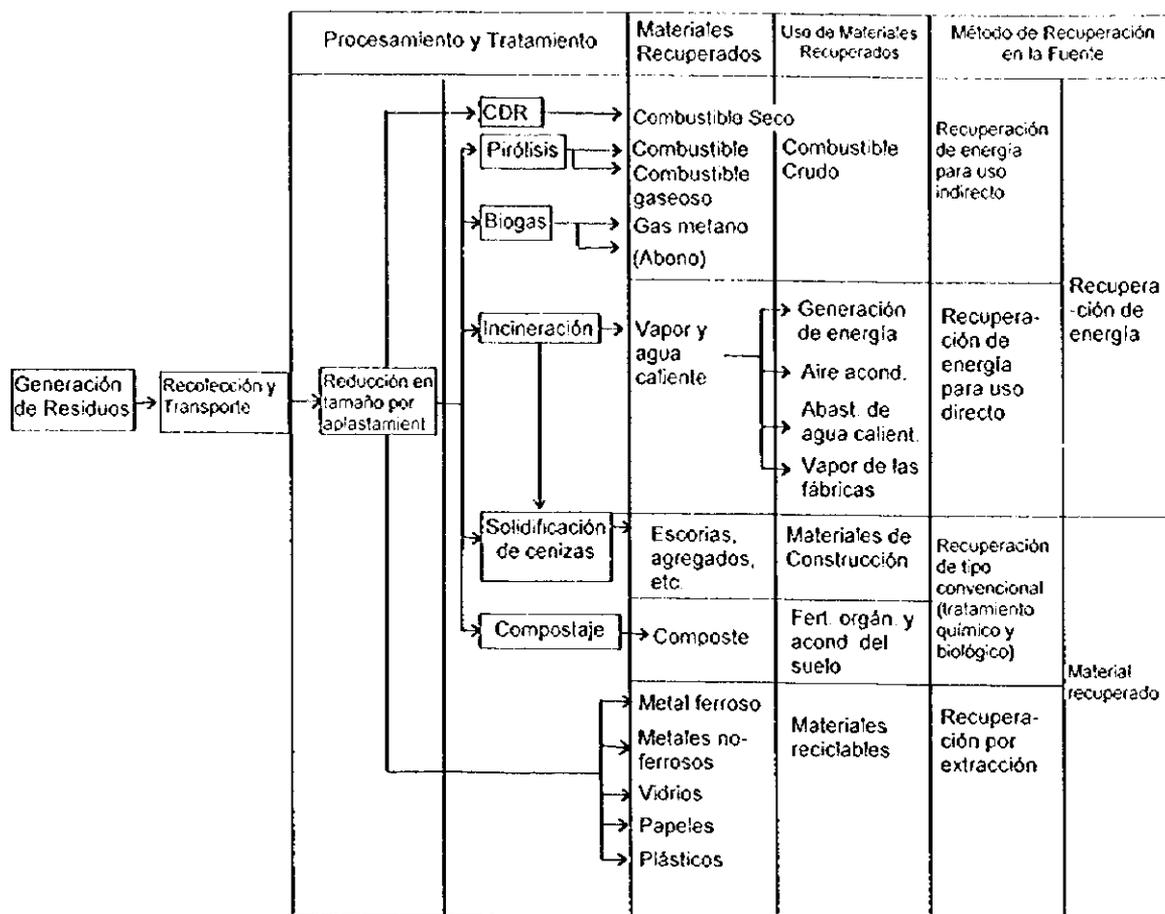


Figura 5-1: Tecnologías de Procesamiento y Tratamiento

b. Conclusión sobre el Sistema de Procesamiento y Tratamiento

Debido a las condiciones actuales en la ciudad no es recomendable ninguna tecnología de tratamiento o procesamiento de gran escala para el Distrito Central. Puede ser adoptado un sistema de compostaje *in-situ*/comunitario si existe una demanda de composte en el área. La promoción de compostaje *in-situ*/comunitaria para uso particular puede ser una manera adecuada para la auto-disposición.

El sistema mecánico de mediana escala, compuesto por un sistema simple es recomendado desde el punto de vista técnico, sin embargo, el establecimiento de un sistema de operación y mantenimiento apropiado es mucho más importante para el éxito de la introducción de este sistema.

5.4.6 Reciclaje

a. Introducción

La mayoría de los países desarrollados, a mediados de los años 80, iniciaron varias actividades tendientes a reciclar los residuos sólidos. La definición comúnmente aceptada del reciclaje de residuos sólidos es la de re-utilizar uno o más componentes de los residuos, de forma tal que no sean depositados en el relleno. Los materiales comúnmente reciclados o residuos reciclables son papel, cartón, vidrio, botellas, aluminio, metales ferrosos y plásticos.

Los beneficios primarios obtenidos del reciclaje son la conservación de los recursos naturales y del espacio para el relleno; sin embargo, la recolección y transporte de los materiales requiere cantidades substanciales de energía y trabajo e históricamente, la mayoría de los programas de reciclaje son subsidiados económicamente¹. Los requerimientos para un programa exitoso son una fuerte demanda de materiales recuperados y que el valor del mercado de materiales sea suficiente para cubrir los costos de recolección y transporte.

b. Situación Actual del Reciclaje en el Distrito Central

La Figura 5-2 muestra la composición del residuo muestreado en el Distrito Central en 1998, la composición estándar de los residuos en los países industrializados y los Estados Unidos. Esta comparación muestra claramente que la composición actual de los residuos reciclables en el Distrito Central en 1998 es menor que la de los países industrializados: 29% para el Distrito Central en 1998, 27-80% para países industrializados y 67.5% para los Estados Unidos. Se observan características significantes y particulares de los residuos del Distrito Central al compararlos con aquéllos originados en países desarrollados. Por ejemplo:

- El porcentaje de residuos de comida es más alto.
- El porcentaje del contenido de vidrio y papel es más bajo.
- El porcentaje del contenido de cerámica y piedras es más alto.

Cuadro 5-2: Comparación de la Composición de Residuos

	Distrito Central en 1998	Países Industrializados 1985 ^a	Estados Unidos en 1990 ^b
Cocina	47.2 %	20-50 %	9.0 %
Papel	11.5 %	15-50 %	40.0 %
Textiles	2.8 %	2-10 %	2.0 %
Plásticos	7.1 %	2-10 %	7.0 %
Vidrio/madera	11.6 %	-	20.5 %
Cuero/caucho	2.2 %	-	1.0 %
Metales	1.9 %	3-13 %	9.5 %
Vidrio	3.5 %	4-12 %	8.0 %
Cerámica/piedras	12.1 %	1-20 % (incluyendo otros)	3.0 % (incluyendo otros)
Otros	0.1 %	-	-
Total	100.00 %	100.0 %	100.0 %

Nota: Los rubros oscurecidos son materiales reciclables.

Fuentes:

^a. "Integrated Resource Recovery, Recycling from Municipal Refuse: A state-of-the-art Review and Annotated Bibliography", UNDP Project Management Report Number 1, S. Cointreau, et al. 1985

^b. Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, G. Tchobanoglous, et al, McGraw-Hill, 1993

c. Alternativas

Los sistemas de reciclaje pueden ser divididos en dos tipos, dependiendo del grado de involucramiento de las organizaciones gubernamentales asociadas a ellos: a) Sistema de Reciclaje Asociado al Gobierno y b) Sistema de Reciclaje Centrado en el Sector Privado.

¹ Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, G. Tchobanoglous, et al, McGraw-Hill, 1993

c.1 Sistema de reciclaje asociado al gobierno

El sistema de reciclaje asociado al gobierno es realizado como una medida para controlar económicamente la generación de residuos sólidos. Este sistema obliga a quienes realizan la descarga a efectuar la segregación y selección, como así también la recolección, transporte y descarga separada. Aunque estas actividades representan costos adicionales, reducen la cantidad de residuo destinada para la disposición final.

Muchos países industrializados tienen problemas relacionados a la escasez de terreno disponible para rellenos sanitarios. En Japón, los residuos son a menudo transportados a sitios de disposición localizados a más de 500 km de los centros de recolección. Por lo tanto, este sistema se torna particularmente común en países industrializados, debido a que genera beneficios financieros considerables al reducir el espacio requerido para el relleno y los costos de transporte.

Aunque el sistema de reciclaje asociado al gobierno se considera más productivo, éste incurre en altos costos de recolección y transporte y su éxito depende en gran medida en la cooperación pública. Además, debido a que las condiciones prevalentes en los países en desarrollo son completamente diferentes a las de los países industrializados, la implementación de este sistema en los primeros podría acarrear diferentes resultados. Por lo tanto, esta alternativa es solamente recomendable para las municipalidades donde los costos por el manejo de residuos sólidos son muy altos. No siendo este el caso del Distrito Central.

c.2 Sistema de reciclaje centrado en el sector privado

El gobierno tiene un papel indirecto y limitado en la promoción de este sistema de reciclaje, que consiste en llevar a cabo programas de educación pública relacionados al reciclaje. Este sistema no obliga a realizar una recolección separada y cualquier inconveniente o riesgo que se presente es responsabilidad exclusiva de las entidades privadas involucradas.

Esta alternativa es adecuada donde los riesgos e incertidumbres relacionados a la actividad de reciclaje son altos y donde los beneficios pueden no ser más que los costos adicionales en que esta actividad incurre. En consecuencia, este sistema es recomendado para el Distrito Central.

d. Conclusión sobre el Sistema de Reciclaje

Existen dos problemas para promover el sistema de reciclaje en el Distrito Central. Uno de ellos es que existen pocas plantas para reprocesar materiales reciclados en Honduras, y además, el costo de transporte limita la expansión del negocio de reciclaje. El otro problema tiene que ver con la proporción del residuo reciclable en el Distrito Central, que es menor que el promedio de países industrializados; siendo de 29% en el Distrito Central y 67.5% en los Estados Unidos. Por lo tanto, el negocio de reciclaje en Honduras no es estable y es riesgoso.

Dentro de la AMDC, la estabilidad financiera toma precedencia sobre la protección ambiental y la conservación de los recursos naturales. Por lo tanto, es recomendable para la AMDC no encaminarse hacia un reciclaje que represente incurrir en un capital considerable. Sin embargo, la AMDC puede comenzar a promover el reciclaje por medio de la separación en la fuente y descarga separada, con el fin de controlar el rápido incremento de la generación de residuos. Teniendo en cuenta que tomará un

tiempo considerable antes que los residentes se acostumbren a realizar la separación en la fuente y descarga separada, estas actividades deben ser contempladas tan pronto como sea posible, no tomando en consideración si los residuos resultantes pueden ser recolectados y transportados separadamente.

5.4.7 Disposición Final

a. Nivel de Desarrollo y Operación del Relleno Sanitario

Los niveles de operación y desarrollo de los rellenos sanitarios son clasificados de la siguiente manera:

- Nivel 1, descarga controlada
- Nivel 2, relleno sanitario con terraplén y cobertura diaria de suelo.
- Nivel 3, relleno sanitario con sistema primario de recirculación de lixiviados
- Nivel 4, relleno sanitario con sistema de tratamiento de lixiviados

El desarrollo proyectado del relleno sanitario y sus niveles de operación son ilustrados en la Figura 5-2.

El desarrollo del relleno sanitario y los niveles de operación antes mencionados son descritos a continuación.

Nivel 1: Descarga Controlada

Introducción de la descarga controlada por medio de:

- Establecimiento de un acceso adecuado al sitio;
- Provisión de materiales de cobertura para la prevención de propagación de incendios y malos olores;
- Establecimiento de un sistema de inspección, control y registro operacional para los residuos que ingresan al sitio.

Nivel 2: Relleno Sanitario con Terraplén y Cobertura Diaria de Suelo

Introducción del relleno sanitario a través de:

- Establecimiento de cierres en la periferia del sitio de disposición para eliminar el rebuscamiento;
- Provisión de suficiente suelo de cobertura sobre los residuos dispuestos;
- Cierre de área de disposición con un terraplén;
- Construcción de un divisor entre las áreas de relleno existentes y las proyectadas;
- Construcción de un sistema de drenaje, con el propósito de redirigir el agua pluvial proveniente de áreas aledañas y alejarlas del sitio de disposición, para reducir la cantidad de lixiviados.
- Construcción de estructuras de protección ambiental, tales como zona de transición o amortiguamiento, control de basura e instalaciones para la remoción de gases para reducir el impacto directo sobre los alrededores;

- Instalación de estructuras para la remoción de gases con el objetivo de lograr las condiciones necesarias para un relleno sanitario semi-acróbico;
- introducción de comodidades para el personal

Nivel 3: Relleno Sanitario con Recirculación de Lixiviados

Establecimiento de un control de lixiviados a través de:

- La instalación para la recolección, circulación y monitoreo de lixiviados.
- La instalación de un fondo impermeabilizante para el control de infiltraciones.
- La construcción de un relleno sanitario semi-acróbico para acelerar la descomposición y facilitar la estabilización.
- La introducción de regaderas de agua para la prevención del polvo.

Nivel 4: Relleno Sanitario con Tratamiento de Lixiviados

El establecimiento de un tratamiento de lixiviados a través de:

- La instalación de una laguna de oxidación.

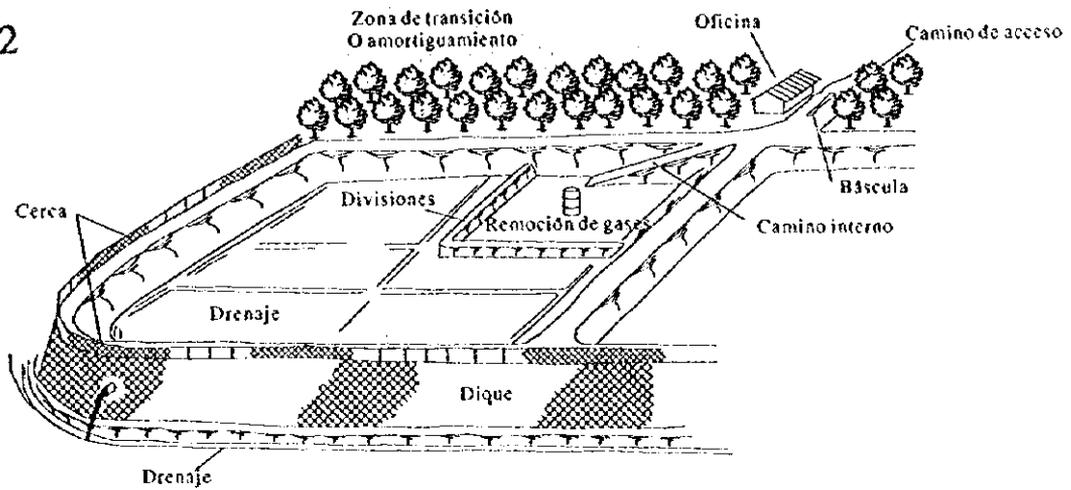
El desarrollo y niveles de operación para el relleno sanitario anteriormente mencionados, son descritos y tabulados en el Cuadro 5-3.

b. Conclusión del Nivel del Relleno Sanitario Propuesto

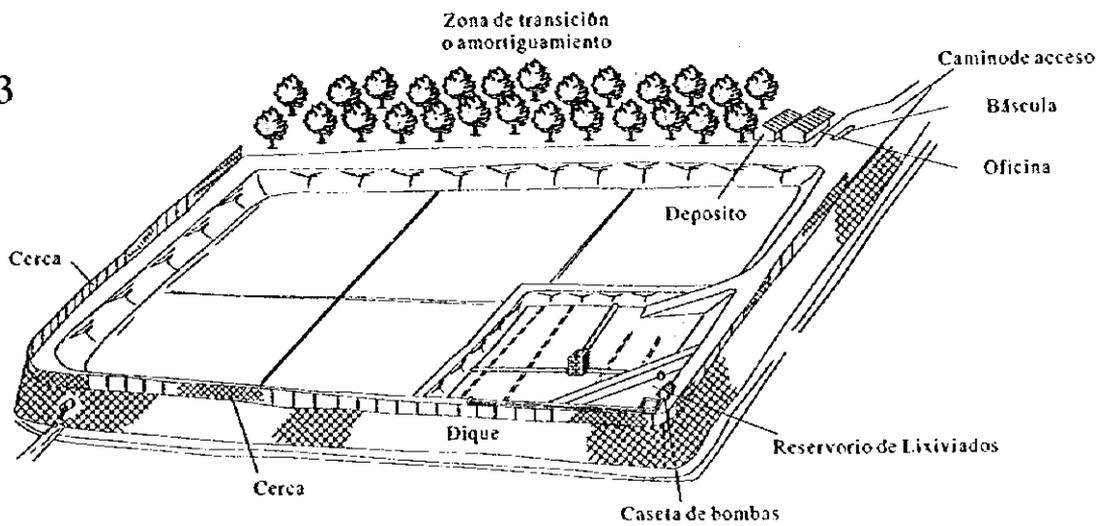
Un relleno sanitario de nivel 4 es la opción que representa el menor impacto negativo, sin embargo, requiere de mayor inversión y costos de operación. Se considera que es muy difícil para la AMDC implementar un nivel de relleno sanitario tan avanzado, teniendo en cuenta la capacidad limitada tanto financiera como técnica.

Por lo tanto, los esfuerzos de la AMDC deben ir dirigidos a la realización de un relleno sanitario de nivel 3. Considerando que es irreal su implementación inmediata (nivel 3), cuando las condiciones actuales del relleno sanitario son de nivel 1, se concluye que las mejoras inmediatas deben apuntar a satisfacer las condiciones de un nivel 2 y las de un nivel 3 para el nuevo sitio de disposición final.

Nivel 2



Nivel 3



Nivel 4

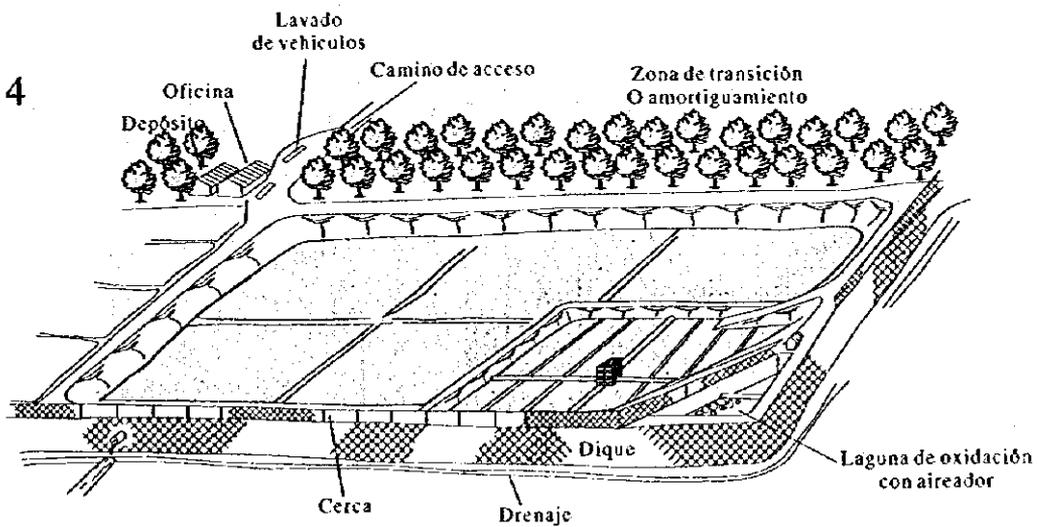


Figura: 5-2 Desarrollo Projectado del Relleno Sanitario y Niveles de Operación 2, 3 y 4

Cuadro 5-3: Resumen del Desarrollo y Operación del Relleno Sanitario

Puntos	Nivel del Relleno Sanitario				Observaciones
	1	2	3	4	
1 Desarrollo del Sitio					
1.1 Principales Estructuras					
a. Estructuras de cierre					
• Diques de cierre		A	A	A	B significa construir un dique hecho de residuos y suelo
• Divisores		B	A	A	
b. Sistema de Drenaje					
• Drenaje circundante		A	A	A	Si es necesario
• Drenajes in-situ (agua superficial)		A	A	A	
• Drenajes in-situ (primavera)		A	A	A	
• Drenajes para áreas reclamadas		A	A	A	
c. Acceso					
• Caminos de acceso	A	A	A	A	Mejoramiento de la red existente de caminos para tener acceso al sitio
• Caminos internos	A	A	A	A	
• Otros	A	A	A	A	
1.2 Instalaciones para protección ambiental					
Zonas de transición		A	A	A	Cercas móviles, etc.
Equipamiento para controlar los desperdicios		B	A	A	
Estructuras para remover los gases		B	A	A	
instalaciones para la recolección de lixiviados			A	A	
Instalaciones para la recirculación de lixiviados			A	A	
Instalaciones para el control de infiltraciones			B	A	
Instalaciones para el tratamiento de lixiviados				A	
1.3 Edificio y Accesorios					
Oficina	B	A	A	A	Portón, cerca, alumbrado, etc.
Báscula	A	A	A	A	
Depósito			A	A	Tanque para agua, extinguidores, etc.
Equipamiento para seguridad		A	A	A	
Equipamiento para prevenir incendios		B	A	A	Pozos de observación, etc.
Equipamiento de monitoreo			A	A	
Lavado de carro			A	A	
2 Equipo					
Equipo para el Relleno	A	A	A	A	Camión cisterna, vehículos de inspección, etc.
Otros			A	A	
3 Operación y Mantenimiento					
3.1 Operación					
a. Personal					B significa insuficiente material de abertura
b. Material de cobertura	B	A	A	A	
c. Servicios					Un divisor para áreas reclamadas, tuberías para la recolección de lixiviados, etc.
• Tanque de combustible	A	A	A	A	
• Agua		A	A	A	
• Electricidad	B	A	A	A	
d. Químicos					
• Insecticida	A	A	A	A	
• Monitoreo de los químicos			A	A	
e. Otros		A	A	A	
3.2 Mantenimiento					
• Instalaciones principales		A	A	A	
• Equipamiento para protección ambiental		A	A	A	
• Edificio y accesorios	A	A	A	A	
• Equipo	A	A	A	A	

A: necesario

B: necesario bajo ciertas condiciones o puede ser omitido cuando el presupuesto no alcance.

5.4.8 Mantenimiento de los Vehículos y Equipo

Básicamente, existen dos posibles alternativas para el mantenimiento de vehículos y equipos. La primera sería la asignación de los servicios preventivos a la AMDC y los servicios serios de mantenimiento a talleres privados. La segunda alternativa sería la adjudicación de todos los trabajos de mantenimiento y reparación al taller de la AMDC.

Teniendo en cuenta que los servicios preventivos son básicos y esenciales para el mantenimiento de los vehículos, la primera alternativa sería relativamente barata y solamente requeriría estructuras básicas y un número mínimo de mecánicos y trabajadores. Sin embargo, los talleres privados seleccionados deberían ser lo suficientemente calificados para proveer apropiadamente los servicios técnicos requeridos a la flota de la AMDC. En vista que varios de los talleres privados ubicados en el Distrito Central han sido evaluados como suficientemente calificados para dar estos servicios, la primera alternativa se considera apropiada para el Distrito Central.

La segunda alternativa demanda de muchos mecánicos calificados, un taller grande, así como maquinaria sofisticada. Esta opción es de capital intensivo y por lo tanto, requiere gran cantidad de dinero para su operación y mantenimiento, como así también contar con la suficiente capacidad para resolver dificultades técnicas y afrontar riesgos e incertidumbres que podrían surgir.

Los organismos gubernamentales tienden a realizar las operaciones de manera ineficaz debido a la inflexibilidad, interferencia política, falta de motivación, procesos lentos para la toma de decisiones, entre otros. Por lo tanto, los servicios a ser llevados a cabo por la AMDC deben ser minimizados y se concluye que la primera alternativa es la más apropiada para el Distrito Central.

5.5 Selección del Mejor Sistema Técnico

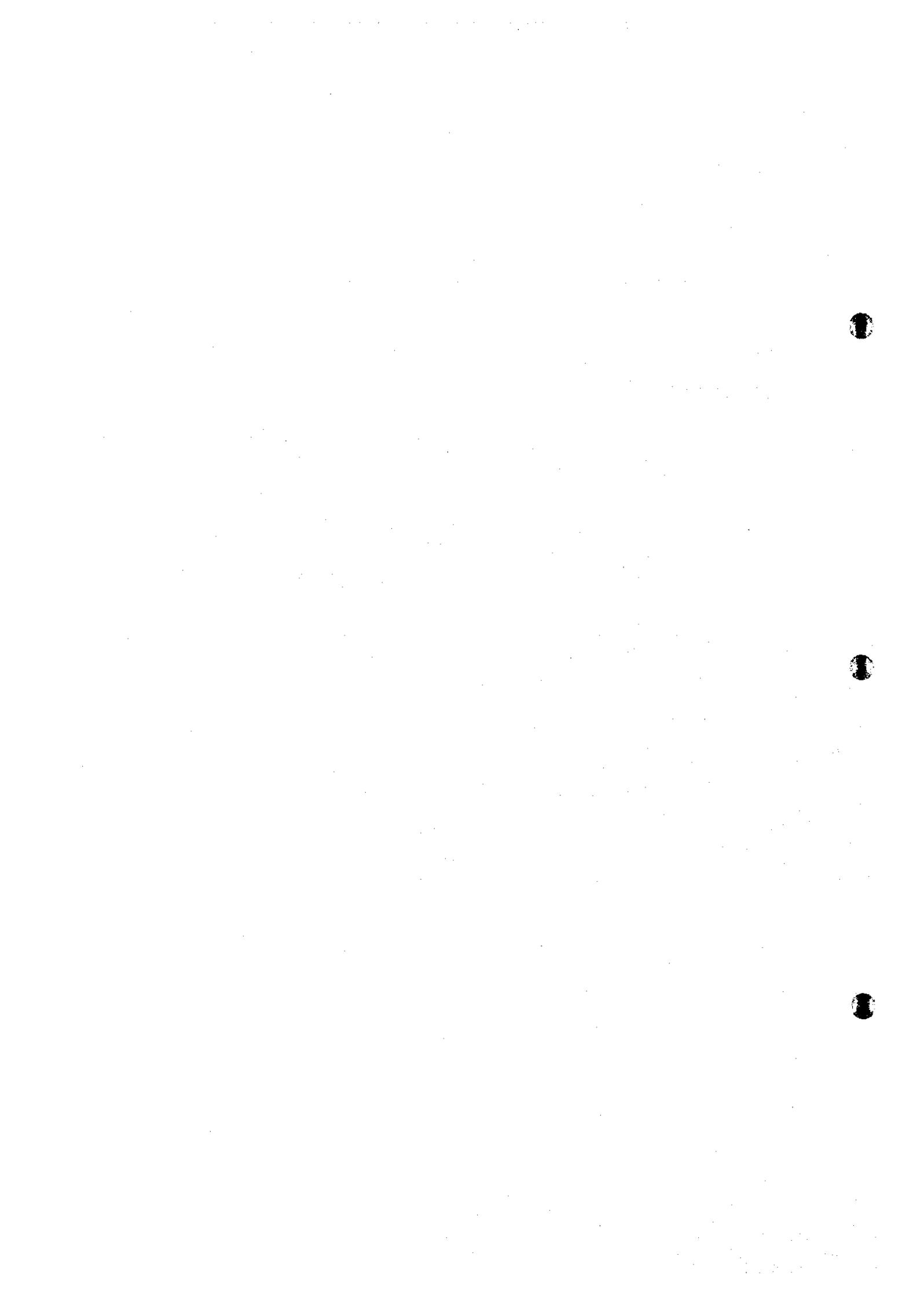
Una vez evaluados los diversos sub-sistemas técnicos asociados al MRS fue propuesta la selección de los mejores sistemas técnicos para el Distrito Central.

Cuadro 5-4: Mejor Sistema Técnico para el MRS

Categoría	Sistema Técnico Propuesto
Descarga y almacenamiento	<ol style="list-style-type: none"> 1) Separación en la fuente <ul style="list-style-type: none"> • Separación de residuos reciclables de los no reciclables 2) Tipo de almacenamiento <ul style="list-style-type: none"> • Sacos/bolsas plásticas y contenedores plásticos para áreas comunes • Contenedores comunales para áreas marginales 3) Frecuencia de recolección <ul style="list-style-type: none"> • Más de dos veces por semana 4) Método de recolección <ul style="list-style-type: none"> • Introducir la recolección separada para los residuos 5) Tipo de método de recolección <ul style="list-style-type: none"> • Áreas comunes: Recolección en la acera • Áreas marginales: Punto común de recolección con contenedores comunales 6) Hora de recolección <ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de las áreas: Recolección diurna • Áreas con congestión de tráfico: Recolección nocturna 7) Tipo de vehículos recolectores <ul style="list-style-type: none"> • Áreas comunes: Camiones compactadores • Áreas marginales: Camiones basculantes para contenedores 8) Sistema de transporte <ul style="list-style-type: none"> • Transporte directo por medio de vehículos automotores
Recolección primaria	La recolección primaria es requerida sólo en áreas marginales. Será utilizado un sistema que consiste de carretas de mano y carretas impulsadas por pedales.
Recolección secundaria y transporte	<p>Áreas comunes</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camiones compactadores de 15 m³ • Camiones compactadores de 8 m³ <p>Áreas marginales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camiones basculantes para contenedores de 5.5 m³ <p>Barrido de calles</p> <ul style="list-style-type: none"> • Camiones contenedores de 5 a 10 m³
Barrido de calles	<ul style="list-style-type: none"> • Barrido manual
Procesamiento y tratamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Será promovida solamente el composte doméstico <i>in-situ</i>
Reciclaje	<ul style="list-style-type: none"> • Las actividades de reciclaje son promovidas a través de programas institucionales y educativos, mientras el proceso de recolección no incurra en ningún gasto extra significativo.
Disposición final	<ol style="list-style-type: none"> 1) Sitio de disposición final existente <ul style="list-style-type: none"> Nivel 2: relleno sanitario con un dique perimetral y cobertura diaria de tierra. 2) Nuevo sitio de disposición final <ul style="list-style-type: none"> Nivel 3: relleno sanitario con impermeabilización de fondo para prevenir que el lixiviado se infiltre en el subsuelo.
Mantenimiento de vehículos y equipo	<ul style="list-style-type: none"> • Los servicios preventivos son asignados al taller de la AMDC y los servicios de mantenimiento de gran escala a los talleres privados.

Capítulo 6

*Proyecciones hasta el
Año 2010*



6 Proyecciones hasta el Año 2010

6.1 Condiciones Económicas

a. Tasa de Crecimiento Económico

Para este estudio, la tasa de crecimiento del PIB fue proyectada tomando en cuenta anteriores tasas de crecimiento económico de Honduras y otros países latinoamericanos y la tasa meta de crecimiento económico del nuevo Gobierno Central de la República de Honduras. El Cuadro 6-1 muestra una visión general del incremento del PIB hasta el año 2010.

- Se asume que la tasa de crecimiento económico excede el mínimo del 4% anual considerando la tasa de crecimiento de la población.
- Asumiendo que la tasa de crecimiento económico propuesta por el nuevo gobierno es alcanzada, la misma se proyecta que llegará a ser del 6% anual hasta el año 2000.
- El valor promedio proyectado para el período comprendido entre los años 2000 y 2005 es del 5% anual.

Cuadro 6-1: Enfoque General del PIB hasta el Año 2010

	1997	2000	2005	2010
Tasa de Crecimiento (%)	4.9	6.0	5.0	4.0
PIB (millones Lps*)	53,330	63,517	81,066	98,629

* Lempiras usando los precios constantes de 1997

b. Producto Regional Interno Bruto (PRIB)

El Distrito Central es punto focal de las actividades financieras y comerciales, así como de la industria hotelera. Además, es la sede del gobierno central. Para este estudio, el PRIB del Distrito Central fue estimado utilizando datos de 1997 que reflejan la actividad económica y el número de empleados de acuerdo a su nivel de ingreso. Se supone que el elevado crecimiento económico continuará en el futuro, por lo tanto, la tasa de crecimiento económico del Distrito Central se proyecta que será 1% más alta que la cifra del PIB nacional (referir al Cuadro 6-2 y Cuadro 6-3).

Cuadro 6-2: PRIB del Distrito Central por Actividad Económica en 1997

(Unidad: millones de Lempiras)

	PRIB	Porcentaje del PRIB (%)	Referencia	
			Número de empleados	Porcentaje de todo el país
Agricultura, recursos forestales, pesca	62	0.5	1,479	0.2
Minería	94	10.2	538	12.5
Manufactura	2,100	22.0	68,713	19.4
Construcción	783	28.9	23,613	27.1
Servicios públicos	1,454	44.6	2,793	44.3
Transporte	725	31.8	14,270	30.0
Comercio, servicio de comidas y hotel	1,487	23.7	81,606	22.2
Finanzas, seguros, bienes raíces	2,680	52.2	20,601	48.6
Propietario*	1,101	37.4	-	-
Gobierno*	1,140	37.4	-	-
Servicios	1,983	37.4	107,609	30.1
Total	13,609	22.5	321,222	15.6

*Nota: El PRIB de propietario de vivienda y del gobierno fueron estimados utilizando el porcentaje de los servicios de todo el país.

Cuadro 6-3: Enfoque General del PRIB hasta el Año 2010

	1997	2000	2005	2010
Tasa de crecimiento (%)	5.9	7.0	6.0	5.0
PIB (million Lps*)	13,609	16,516	21,893	27,942

* Lempiras usando los precios constantes de 1997

c. Ingresos por Impuestos Municipales en el Distrito Central

En la actualidad, las finanzas del Distrito Central presentan déficits, lo que conlleva a la acumulación de deudas. Con relación al aumento potencial en los ingresos derivados de los impuestos municipales, se entiende de manera fundamental que la tasa de crecimiento del PIBR es determinante. Sin embargo, para los propósitos de este estudio, es también tomado en consideración un aumento del número de contribuyentes, es decir, un aumento de la población. Los ingresos potenciales y reales se muestran en el Cuadro 6-4.

Cuadro 6-4: Ingreso Potencial y Real Derivado de los Impuestos Municipales en el Distrito Central y Determinantes del Aumento de los Ingresos Potenciales

(Unidad: 1,000 Lempiras)

	1997			2010			Determinante del incremento potencial
	Ingreso potencial	Tasa de recaudación (%)	Ingreso real	Ingreso potencial	Tasa de recaudación (%)	Ingreso real	
Activos fijos	50,550	39	19,715	83,562	100	83,562	Población
Otros impuestos directos	85,815	74	63,503	176,196	100	176,196	PRIB
Impuestos indirectos	53,250	42	22,365	88,026	100	88,026	Población
Impuestos por servicios	10,500	100	10,500	21,559	100	21,559	PRIB
Tarifas por alquiler	18,750	100	18,750	30,995	100	30,995	Población
Total	218,865	(61.6)	134,833	400,338	100	400,338	

El plan de ingresos para el Distrito Central se muestra en el Cuadro 6-5.

Cuadro 6-5: Plan de Ingresos del Distrito Central

	1997	2000	2005	2010	Tasa de crecimiento (%/año)
Activos fijos	19,715	30,130	52,715	83,562	11.8
Otros impuestos directos	63,503	83,316	124,249	176,196	8.2
Impuestos indirectos	22,365	33,119	56,368	88,026	11.1
Impuestos por servicios	10,500	12,743	16,892	21,559	5.7
Tarifas por alquiler	18,750	21,056	25,546	30,995	3.9
Total	134,833	180,364	275,770	400,338	8.7

6.2 Condiciones Sociales

a. Población

Mediante el ploteo en un gráfico x-y de datos históricos de población tanto para Honduras como para el D.C., se obtiene la curva logarítmica de población. La prolongación de tal curva da la población proyectada al año meta de 2010. El incremento de la tasa de crecimiento fue cuantificado de estos datos.

Los valores generados se muestran en el Cuadro 6-6.

Cuadro 6-6: Población Proyectada del DC y Honduras (1989-2010)

Año	Distrito Central (personas)	Honduras (personas)	Proporción DC/Honduras (%)
1988 (Base)	576,661	4,443,721	12.98%
	Tasa de Crecimiento=3.94%	Tasa de Crecimiento=2.94%	
1998	848,859	5,935,308	14.30%
1999	882,322	6,109,602	14.44%
2000	917,104	6,289,014	14.58%
2001	953,257	6,473,695	14.73%
2002	990,835	6,663,799	14.87%
2003	1,029,895	6,859,486	15.01%
2004	1,070,495	7,060,918	15.16%
2005	1,112,695	7,268,267	15.31%
2006	1,156,558	7,481,704	15.46%
2007	1,202,151	7,701,408	15.61%
2008	1,249,541	7,927,565	15.76%
2009	1,298,799	8,160,362	15.92%
2010	1,350,000	8,400,000	16.07%

b. Población por Nivel de Ingresos

La proporción actual de la población por niveles de ingresos se estima en 50% de residentes de ingresos bajos, 30% de ingresos medios y 20% de ingresos altos; de acuerdo con el "Programa de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, Dirección General de Estadísticas y Censos, junio 1997". Los resultados se muestran en el Cuadro 6-7.

Cuadro 6-7: Clasificación de la Población por Nivel de Ingreso en el Distrito Central

Categoría	Rango	No. de Personas	%
Residentes de ingresos bajos	0-2,500 Lps.	79,098	50
Residentes de ingresos medios	2,501-5,000 Lps.	47,147	30
Residentes de ingresos altos	5,001 Lps. o más	30,328	20
Total		156,573	100

Fuentes: Adaptado del Programa de Encuesta de Hogares de Propósitos Múltiples, Dirección General de Estadísticas y Censos, junio 1997.

Las tendencias de la proporción por ingresos fueron proyectadas tomando los siguientes factores en consideración:

- 1) Debido a que la actual tasa de natalidad de los residentes de ingresos bajos y medios es más elevada que la de los residentes de ingresos altos y que la población que tiende a migrar pertenece al grupo de ingresos bajos, se proyecta que el porcentaje de la población de ingresos altos va a decrecer de manera proporcional.
- 2) Se materializarán gradualmente varias medidas, las cuales están llevándose a cabo con el propósito de mejorar la situación económica de los residentes de ingresos bajos y esta población se moverá del estrato de ingresos bajos al estrato de ingresos medios.

La proyección de la población por nivel de ingreso se muestra en la Figura 6-1.

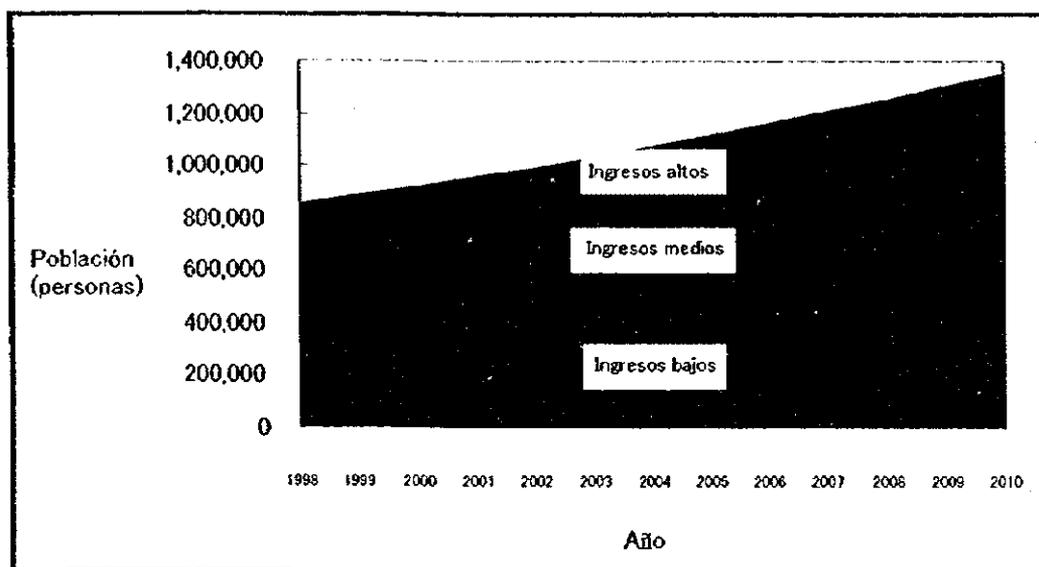


Figura 6-1: Proyección de la Población por Niveles de Ingresos

Se ha proyectado que la proporción de población por nivel de ingresos cambiará de 1998 al año 2010 de la siguiente manera: altos ingresos de 20% a 14%, medianos ingresos de 30% a 48% y bajos ingresos de 50% a 38%, como se muestra en el Cuadro 6-8.

Cuadro 6-8: Proyección de la Población por Nivel de Ingresos

Año	Proporción de la Población			Población			
	Altos	Medianos	Bajos	Total	Altos	Medianos	Bajos
1998	20.0%	30.0%	50.0%	848,859	169,772	254,658	424,430
1999	19.5%	31.5%	49.0%	882,322	172,053	277,931	432,338
2000	19.0%	33.0%	48.0%	917,104	174,250	302,644	440,210
2001	18.5%	34.5%	47.0%	953,257	176,353	328,874	448,031
2002	18.0%	36.0%	46.0%	990,835	178,350	356,701	455,784
2003	17.5%	37.5%	45.0%	1,029,895	180,232	386,211	463,453
2004	17.0%	39.0%	44.0%	1,070,495	181,984	417,493	471,018
2005	16.5%	40.5%	43.0%	1,112,695	183,595	450,641	478,459
2006	16.0%	42.0%	42.0%	1,156,558	185,049	485,754	485,754
2007	15.5%	43.5%	41.0%	1,202,151	186,333	522,936	492,882
2008	15.0%	45.0%	40.0%	1,249,541	187,431	562,293	499,816
2009	14.5%	46.5%	39.0%	1,298,799	188,326	603,942	506,532
2010	14.0%	48.0%	38.0%	1,350,000	189,000	648,000	513,000

c. Estructura de la Ciudad

La Figura 6-2 muestra el uso del suelo para el año 2010. El uso del suelo proyectado es uno de los criterios más importantes para ubicar las estructuras relacionadas con el manejo de residuos sólidos. La Figura 6-3 muestra el plan de la red vial para el año 2010. La red vial proyectada debe tomarse en consideración para elaborar el plan de transporte de los residuos.



Figura 6-2: Plan de Uso del Suelo para el Año 2010

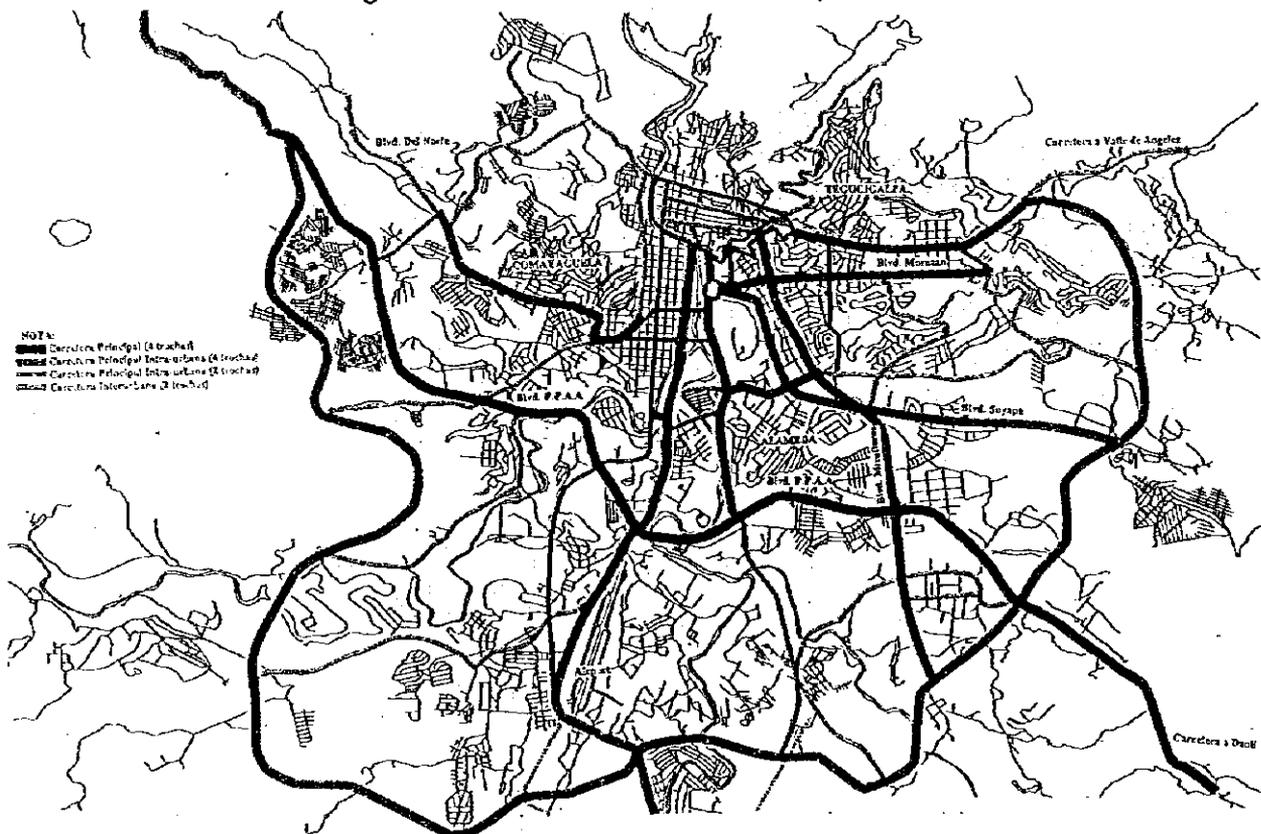


Figura 6-3: Plan Projectado de la Red Vial para el Año 2010

6.3 Cantidad de Residuos Generados

El residuo es definido como cualquier material que es el resultado de las actividades de los seres humanos o animales y que es descartado como cosa innecesaria e indeseable¹. Todos los materiales resultantes de las actividades económicas perderán su valor tarde o temprano. La cantidad de residuos generados está, por lo tanto, estrechamente relacionada a la población y al consumo per cápita de materiales. Esta característica implica que la cantidad de residuos generados aumenta con el incremento del PIB.

Para este estudio, las siguientes suposiciones fueron establecidas para proyectar la cantidad de residuo generado.

- 1) La cantidad generada de todos los tipos de residuos, con la excepción del derivado del barrido de calles, será directamente proporcional a la población.
- 2) La tasa de cantidad de generación de todos los residuos, con la excepción del derivado del barrido de calles, incrementará en un 50% de la tasa anual de crecimiento del PIB.
- 3) La cantidad de residuo generado por el barrido de calles se mantendrá constante hasta el año 2010.

El Cuadro 6-9 muestra las relaciones establecidas entre la tasa de generación adoptada por el estudio y la tasa de crecimiento proyectada del PIB hasta el año 2010.

Cuadro 6-9: Proyección de la Tasa de Crecimiento de la Generación de Residuos hasta el Año 2010

Año	Crecimiento del PIB	Crecimiento de la Tasa de Generación	
		Excluyendo barrido de calles	Barrido de calles
1998	7.0%	103.5%	0.0%
1999	7.0%	103.5%	0.0%
2000	6.0%	103.0%	0.0%
2001	6.0%	103.0%	0.0%
2002	6.0%	103.0%	0.0%
2003	6.0%	103.0%	0.0%
2004	6.0%	103.0%	0.0%
2005	5.0%	102.5%	0.0%
2006	5.0%	102.5%	0.0%
2007	5.0%	102.5%	0.0%
2008	5.0%	102.5%	0.0%
2009	5.0%	102.5%	0.0%
2010	5.0%	102.5%	0.0%

¹ Extracto tomado de: "Integrated Solid Waste Management - Engineering Principles and Management Issues"; McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering.

El Cuadro 6-10 muestra las tasas proyectadas de la cantidad de residuo generado basadas en las tasas de crecimiento proyectadas que fueron presentadas anteriormente.

Cuadro 6-10: Tasas Proyectadas de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2010

Año	Residuos Municipales									Residuo médico e industrial kg/cap/d
	Domiciliarios			No domiciliarios						
	Altos kg/cap/d	Medios kg/cap/d	Bajos kg/cap/d	Comerciales kg/cap/d	Restaurantes kg/cap/d	Instituciones kg/cap/d	Mercados kg/cap/d	Calles kg/km/d		
1998	0.541	0.343	0.328	0.067	0.053	0.015	0.022	158.300	0.012	
1999	0.560	0.355	0.339	0.070	0.055	0.016	0.022	158.300	0.012	
2000	0.580	0.367	0.351	0.072	0.057	0.016	0.023	158.300	0.013	
2001	0.597	0.378	0.362	0.074	0.059	0.017	0.024	158.300	0.013	
2002	0.615	0.390	0.373	0.077	0.060	0.018	0.025	158.300	0.013	
2003	0.633	0.402	0.384	0.079	0.062	0.018	0.025	158.300	0.014	
2004	0.652	0.414	0.395	0.081	0.064	0.019	0.026	158.300	0.014	
2005	0.672	0.426	0.407	0.084	0.066	0.019	0.027	158.300	0.015	
2006	0.689	0.437	0.418	0.086	0.068	0.020	0.027	158.300	0.015	
2007	0.706	0.448	0.428	0.088	0.069	0.020	0.028	158.300	0.015	
2008	0.723	0.459	0.439	0.090	0.071	0.021	0.029	158.300	0.016	
2009	0.742	0.470	0.450	0.092	0.073	0.021	0.030	158.300	0.016	
2010	0.760	0.482	0.461	0.095	0.075	0.022	0.030	158.300	0.017	

El Cuadro 6-11 muestra las cantidades generadas proyectadas hasta el año 2010 basadas en las tasas de generación y la población proyectada. Se prevé que la cantidad de residuo generada por día incrementará de 481 tons/día en 1998 hasta 1,055 tons/día en el año 2010.

Cuadro 6-11: Cantidades Proyectadas de Residuos Generados hasta el Año 2010

Año	Domiciliarios				No domiciliarios							Total
	Año	Medio	Bajo	Sub-total	Comercial	Restaurantes	Instituciones	Mercados	Calles	RSI, RSM	Sub-total	
1998	92	87	139	318	57	45	13	18	28	10	172	491
1999	96	99	147	342	62	48	14	20	28	11	183	525
2000	101	111	155	367	66	52	15	21	28	12	195	562
2001	105	124	162	392	71	56	16	23	28	12	207	598
2002	110	139	170	419	76	60	17	24	30	13	221	639
2003	114	155	178	447	81	64	19	26	30	14	234	681
2004	119	173	186	478	87	69	20	28	30	15	249	726
2005	123	192	195	510	93	73	21	30	32	16	266	776
2006	127	212	203	542	99	78	23	32	33	17	282	825
2007	132	234	211	576	106	83	24	34	35	19	300	877
2008	136	258	219	613	113	89	26	36	36	20	319	932
2009	140	284	228	651	120	95	27	38	38	21	339	991
2010	144	312	236	692	128	101	29	41	40	22	361	1,053

6.4 Composición de los Residuos

El Cuadro 6-12 compara la composición de los residuos domésticos del Distrito Central obtenida durante este estudio, con la de otros países (con base en un promedio ponderado). La composición obtenida en este estudio parece ser muy similar a la de los países industrializados, sin embargo, el contenido de papel, metal, etc., considerados como materiales reciclables, es menor que la tendencia observada en los países industrializados.

Cuadro 6-12: Análisis de los Resultados de la Composición de Residuos Domiciliarios

Unidad: %

Puntos	^a Tegucigalpa (1998)	^b Managua, Nicaragua (1995)	^c Asunción, Paraguay (1993)	^d Estados Unidos (1990)	^e Países Industrializados
Inflamables					
Residuos de comida	46.25	34.8	37.4	9.0	20-50
Papel y cartón	11.65	7.4	10.2	40.0	15-50
Textiles	2.73	2.0	1.2	2.0	2-10
Plásticos	7.00	4.2	4.2	7.0	2-10
Hierbas y madera	12.12	26.1	19.2	20.5	-
Cuero y caucho	1.95	2.1	0.6	1.0	-
Sub-total	81.70	76.6			
No inflamables					
Metales	1.95	1.8	3.1	9.5	3-13
Vidrios	3.57	2.9	2.2	8.0	4-12
Cerámica y tierra	12.71	7.5	0.4	--	1-20
Otros	0.07	11.2	14.7	3.0	Incluido en cerámica/tierra
Sub-total	18.29	23.4			
Total	100.00	100.0	100.0	100.0	100.0
Peso específico sin compactar	200 kg/m ³	200 kg/m ³	215 kg/m ³		

Nota:

^a Este Estudio.

^b "Estudio sobre el Mejoramiento del Manejo de Residuos Sólidos para la Ciudad de Managua", JICA, mayo, 1995

^c "Estudio sobre el MRS para el Área Metropolitana de Asunción", JICA, agosto 1994

^d "Integrated Resource Recovery, Recycling from Municipal Refuse: A state-of-the-art Review and Annotated Bibliography", UNDP Project Management Report Number 1, S. Cointreau, et. al. 1985

^e Integrated Solid Waste Management, Engineering Principles and Management Issues, G. Tchobanoglous, et al, McGraw-Hill, 1993

Los cambios en la composición de los residuos se deben principalmente a la introducción de nuevos productos en el mercado y a diferentes patrones de consumo. La introducción de estos artículos ha progresado significativamente en los últimos años. Por lo tanto, se puede pensar que la composición de residuos del Distrito Central está pasando por un período de transición, de una tendencia observada en países en desarrollo a una de países industrializados; y cada vez ésta (la composición) tendrá mayor similitud a la de países industrializados.

El análisis se enfoca en datos derivados del ECCR realizado para este estudio y datos obtenidos en otros países, bajo el supuesto que los cambios en la composición generalmente resultarían en características de residuos de un país desarrollado, de la manera como se presenta a continuación:

- Se genera menos residuos de cocina y más papel y plástico.
- Se generan menos hierbas y maderas y más metales y vidrios.
- El peso específico sin compactar es más bajo.

La proyección de la composición de los residuos para el período comprendido entre los años 2004 y 2010 se muestra en el Cuadro 6-13.

Cuadro 6-13: Proyección de la Composición de Residuos Domiciliarios

Puntos	1998		2004		2010	
	Tasa	Cantidad (ton/día)	Tasa	Cantidad (ton/día)	Tasa	Cantidad (ton/día)
Inflamables						
Residuos de cocina	46%	220	42%	304	40%	422
Papel y cartón	12%	58	13%	94	15%	158
Textiles	3%	14	3%	22	3%	32
Plásticos	7%	34	8%	58	8%	84
Hierbas y madera	12%	58	12%	87	12%	127
Cuero y caucho	2%	10	2%	14	2%	21
Sub-total	82%	394	80%	579	80%	844
No inflamables						
Metales	2%	10	3%	22	4%	42
Vidrios	3%	14	4%	29	5%	53
Cerámica y tierra	13%	63	12%	87	10%	105
Otros	0%	0	1%	7	1%	11
Sub-total	18%	87	20%	145	20%	211
Total	100%	481	100%	724	100%	1,055
Valor calorífico menor						
por la fórmula de Karisato		1,667 cal/g		1,723 cal/g		1,761 cal/g
por la fórmula de Dulong		1,615 cal/g		1,734 cal/g		1,778 cal/g

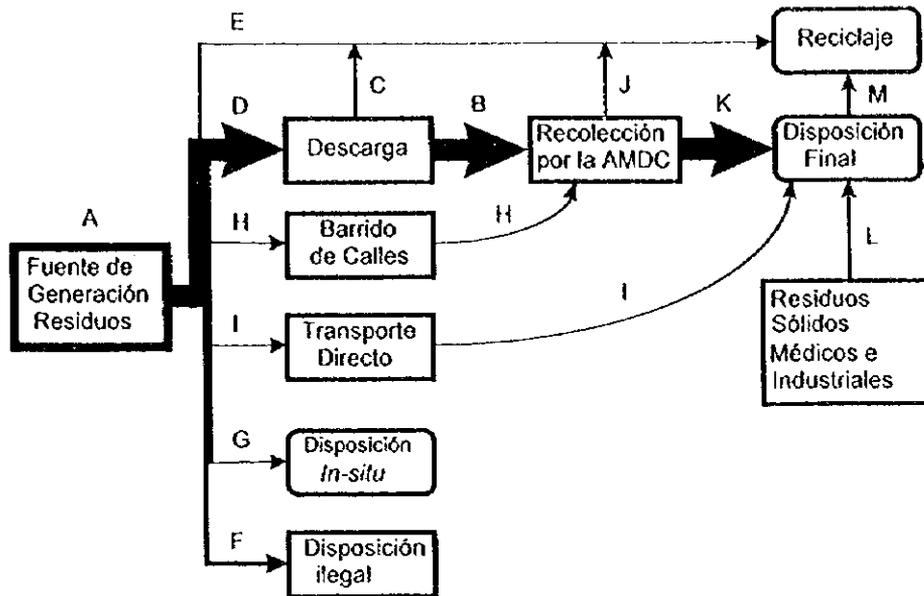
- 1) La proporción de **residuos de cocina** se prevé que decrecerá del 46% al 40%, principalmente debido al aumento del consumo de comida procesada.
- 2) La proporción de **residuos de papel** se prevé que aumentará del 12% al 15%, principalmente debido a un mayor uso del papel de empaque y mayor actividad de los negocios.
- 3) La proporción del **residuo de textiles** se mantendrá en 3% hasta el año 2010.
- 4) La proporción de **residuo plástico** aumentará ligeramente del 7% al 8% debido principalmente a una mayor importación de artículos plásticos.
- 5) La proporción de **residuos de hierba y madera, cuero y caucho** permanecerá constante hasta el año 2010.
- 6) La proporción de **residuos de metal** incrementará ligeramente del 2% hasta el 4%, principalmente debido a un mayor uso de aparatos eléctricos.
- 7) La proporción de **residuos de vidrio** aumentará ligeramente del 3% al 5%, debido principalmente a un menor uso de botellas reusables porque los tipos de botella se diversificarán.
- 8) La proporción de **residuos de cerámicas y piedras** disminuirá del 13% al 10%.

6.5 Flujo de los Residuos

Los principales factores que afectarán los cambios en el flujo de los residuos son:

- Cambios en la cantidad generada.
- Cambios en el sistema de recolección de residuos.
- Cambios en el sistema de reciclaje.

El modelo del flujo de residuos que se muestra a continuación ilustra el flujo de residuos en el Distrito Central y el cual deberá ser utilizado como base para proyectar el flujo de los residuos en el futuro.



A: Generación de Residuos

La cantidad de generación es mostrada en el Cuadro 6-11.

B: Cantidad de Recolección (I)

La cantidad de generación aumentará de acuerdo con la tasa de recolección planificada en el plan maestro.

$$B_n = A_n \times \text{Tasa de recolección planificada}$$

C: Reciclaje de Residuo Generado

La proporción de la cantidad descargada para reciclaje con respecto al total de la cantidad generada en 1998 (que es de 1%) permanecerá constante hasta el año 2010.

$$C_n = A_n \times C_{1998} / A_{1998}$$

D: Descarga

La cantidad de descarga deberá ser igual a la suma de la cantidad recolectada y la cantidad descargada para reciclaje.

$$D_n = B_n + C_n$$

E: Reciclaje en las Fuentes de Generación

La proporción de la cantidad de reciclaje con respecto a la cantidad total generada aumentará de 1% hasta el 2% para el año 2004, en la medida que las actividades de reciclaje entren en mayor apogeo.

$$E_n = A_n \times \text{Tasa planificada de reciclaje}$$

F: Disposición Illegal en la Fuente de Generación

La cantidad de residuo ilegalmente dispuesto se calcula de la siguiente manera:

$$F_n = A_n - D_n - E_n - H_n - I_n - G_n$$

G: Disposición In-situ

La proporción de la cantidad de residuos dispuesto *In-situ* para el año 1998, se asume que permanecerá invariable hasta el año 2010.

$$G_n = G_{1998} \times C_{1998} / A_{1998}$$

H: Recolección de los Residuos de la Calle

La cantidad de residuos de calles variará de acuerdo al plan maestro.

I: Transporte Directo

La proporción de la cantidad transportada directamente en relación con la cantidad generada en 1998 permanecerá constante hasta el año 2010.

$$I_n = A_n \times I_{1998} / A_{1998}$$

J: Reciclaje durante la Recolección

La proporción de la cantidad reciclada durante la recolección con respecto a la cantidad total generada en 1998 permanecerá constante hasta el año 2010.

$$J_n = A_n \times J_{1998} / A_{1998}$$

K: Recolección de Residuos (2)

La cantidad de recolección de residuos (2) (donde la recolección es realizada por la AMDC) aumentará de acuerdo con la tasa de recolección planificada en el plan maestro.

$$K_n = B_n + H_n - J_n$$

L: Residuos No Peligrosos Médicos e Industriales

La cantidad de generación es mostrada en el Cuadro 6-11.

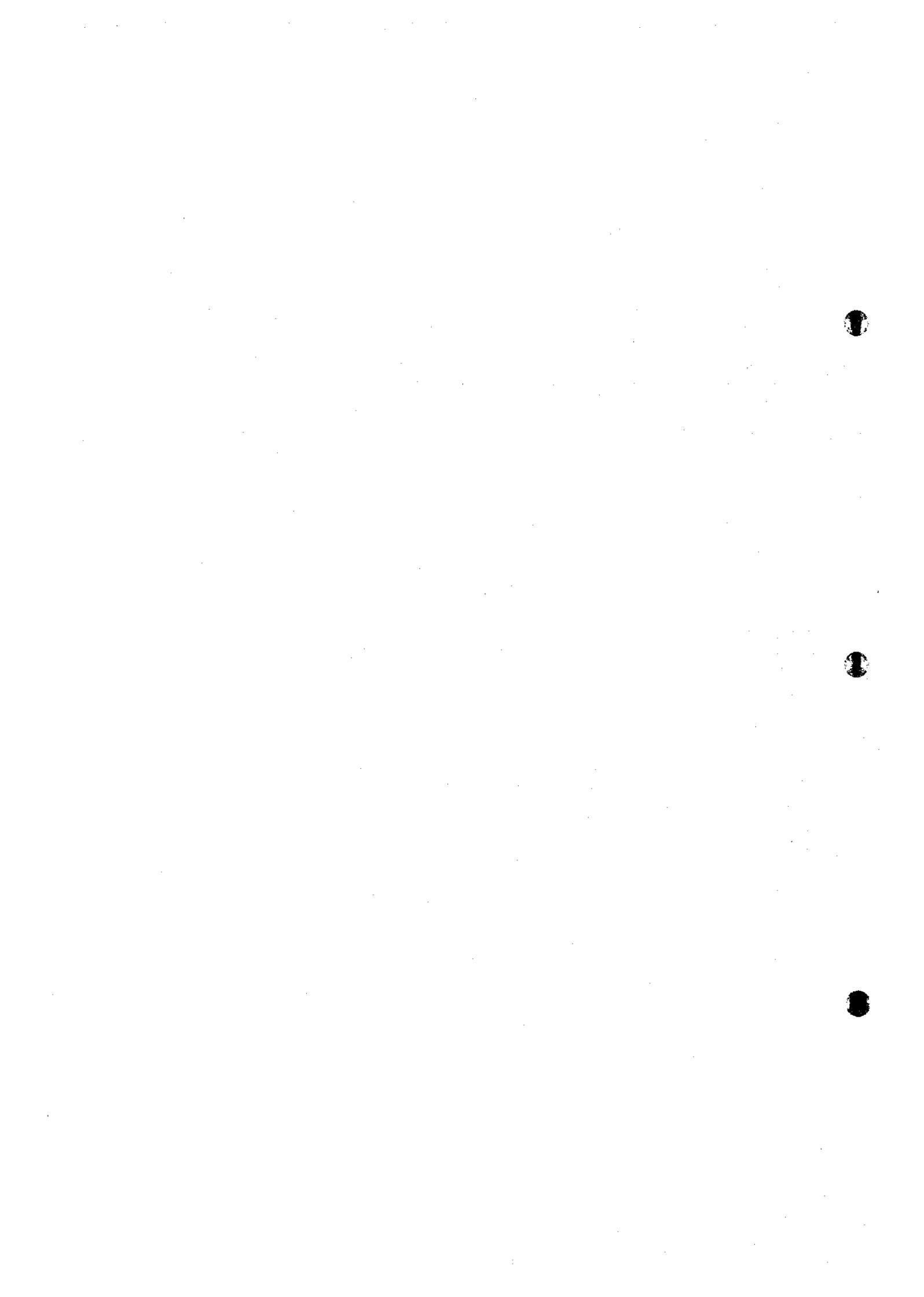
M: Reciclaje de los Residuos Descargados en el Sitio de Disposición Final

La proporción de residuo en el sitio de disposición que es reciclado con respecto a la cantidad generada que es del 1% se mantendrá constante hasta el año 2010.

$$M_n = A_n \times M_{1998} / A_{1998}$$

Capítulo 7

Plan Maestro



7 Plan Maestro

7.1 Principio Básico del Plan Maestro

7.1.1 Metas y Objetivos

a. Metas

La meta principal del Plan Maestro sobre el MRS es

“Establecer un sistema sólido para el manejo de residuos sólidos con el objetivo de embellecer el Distrito Central para el año meta 2010”.

El Plan Maestro aspira a:

- A. Establecer un sistema de manejo de residuos sólidos financieramente sostenible, responsable y estable.
- B. Mejorar el deterioro panorámico de la ciudad causado por los residuos.
- C. Minimizar los impactos ambientales negativos causados por el manejo de residuos sólidos.
- D. Proveer a todos los ciudadanos un nivel higiénico aceptable.

Las medidas propuestas a ser tomadas para lograr los objetivos son resumidas a continuación.

No.	Medidas Propuestas	Efectos			
		A	B	C	D
1	Mejoramiento del Sistema Institucional y de Organización				
1.1	Establecimiento de una institución autónoma	X			
1.2	Establecimiento de un sistema de contabilidad auto-sostenible	X			
1.3	Mejoramiento del sistema de tarifas para residuos	X			
1.4	Disminuir el involucramiento de la alcaldía en las diferentes actividades	X			
2	Mejoramiento de la Capacidad Administrativa del Cuerpo Ejecutor				
2.1	Establecimiento de un sistema de control de datos	X			
2.2	Mejoramiento del sistema de control de costos	X			
2.3	Mejoramiento del sistema de planificación financiera	X			
2.4	Reducción del tiempo requerido para la obtención de solicitudes	X			
2.5	Capacitación de los recursos humanos del área de manejo de residuos sólidos	X	X	X	X
2.6	Introducción de la participación del sector privado	X	X		
3	Mejoramiento del Nivel Sanitario del Sitio de Disposición				
3.1	Mejoramiento de las instalaciones del sitio de disposición			X	X
3.2	Capacitación sobre la operación apropiada para realizar el relleno sanitario			X	X
4	Mejoramiento de la Eficiencia del Sistema de Recolección y Transporte y Expansión del Área Servida de Recolección				
4.1	Mejoramiento del plan de recolección y transporte	X	X		X
4.2	Establecimiento del sistema óptimo de recolección para áreas problemáticas	X	X		X
4.3	Promoción de la recolección primaria por medio de las organizaciones comunales	X	X		X
4.4	Promoción de una adecuada auto-disposición	X	X		X
4.5	Mejoramiento de la eficiencia del sistema de barrido de calles	X	X		X
4.6	Promoción del reciclaje	X	X	X	X
5	Educación				
5.1	Incrementar la conciencia ciudadana sobre la problemática de los residuos sólidos	X	X	X	X
5.2	Educación sobre higiene	X	X	X	X
5.3	Promoción de la participación pública	X	X	X	X

b. Objetivos

Con el fin de lograr la meta principal del plan maestro, fueron propuestos los objetivos para el establecimiento de los principales componentes del sistema técnico, los cuales se encuentran tabulados en el Cuadro 7-1. Las Figuras 7-1 a 7-4 muestra el Plan Maestro propuesto.

Cuadro 7-1: Objetivos para el Establecimiento de los Principales Sistemas Técnicos

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
A. Objetivos Principales													
Tasa de recolección	%	64	64	72	72	72	79	79	79	79	85	85	85
Tasa de reciclaje	%	3	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5
Longitud de barrio de calles	km	180	180	180	190	190	190	200	210	220	230	240	250
Disposición final		Nivel 1			Nivel 2								Nivel 2 o 3
B. Objetivos Detallados													
1. Cantidad de Residuo Generada													
Residuo domiciliario	t/d	481	514	550	586	626	667	711	759	807	858	912	970
Residuo no domiciliario	t/d	318	342	367	392	419	447	478	510	542	576	613	651
Residuo del barrio de calles	t/d	134	144	155	166	177	190	203	218	232	247	263	280
2. Cantidad de Recolección													
Recolección de residuo domiciliario	t/d	309	330	352	422	451	480	558	597	636	676	776	825
Recolección de residuo no domiciliario	t/d	213	229	246	294	314	336	386	413	440	469	529	563
Recolección de residuo de barrio de calles	t/d	67	72	77	99	106	114	142	152	162	173	211	224
Recolección de barrio de calles	t/d	28	28	28	28	30	30	30	32	33	35	36	38
Recolección de barrio de calles	t/d	27	29	31	33	35	38	41	44	46	49	53	56
Transporte directo	t/d	19	21	22	24	25	27	29	31	33	35	37	39
Disposición in-situ	t/d	0	7	8	10	10	11	19	20	21	23	24	25
Reciclaje	t/d	-126	-128	-137	-98	-104	-111	-65	-68	-72	-75	-23	-24
No recolectado	t/d	64	64	64	72	72	72	79	79	79	85	85	85
3. Tasa de Servicio	%	90	90	90	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Residentes de ingresos altos	%	70	70	70	80	80	80	90	90	90	93	93	93
Residentes de ingresos medios	%	50	50	50	55	55	55	60	60	60	70	70	70
Residentes de ingresos bajos	%												
4. Población Servida													
4.1 Población Servida	t/d	543,270	565,568	588,781	685,868	714,392	744,099	840,339	876,247	913,681	952,705	1,104,56	1,150,74
Residentes de ingresos altos	t/d	152,795	154,848	156,825	176,353	178,350	180,232	181,984	183,595	185,049	186,333	188,326	189,000
Residentes de ingresos medios	t/d	178,260	194,552	211,851	263,098	285,360	308,969	375,744	405,577	437,179	470,642	522,933	602,640
Residentes de ingresos bajos	t/d	212,215	216,169	220,105	246,417	250,681	254,899	282,611	287,075	291,453	295,729	349,871	359,100
4.2 Población No-servida	t/d	305,589	316,754	328,323	267,389	276,443	285,796	230,156	236,448	242,877	249,446	189,305	199,260
Residentes de ingresos altos	t/d	16,977	17,205	17,425	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Residentes de ingresos medios	t/d	76,397	83,379	90,793	65,775	71,340	77,242	41,749	45,064	48,575	52,294	39,361	45,360
Residentes de ingresos bajos	t/d	212,215	216,169	220,105	201,614	205,103	208,554	188,407	191,384	194,302	197,153	149,945	153,900
5. Cantidad de Disposición Final													
Residuo municipal	t/d	353	358	382	454	485	517	601	643	684	728	831	942
Otros	t/d	343	347	370	442	472	503	586	626	667	710	811	863
	t/d	10	11	12	12	13	14	15	16	17	20	21	22

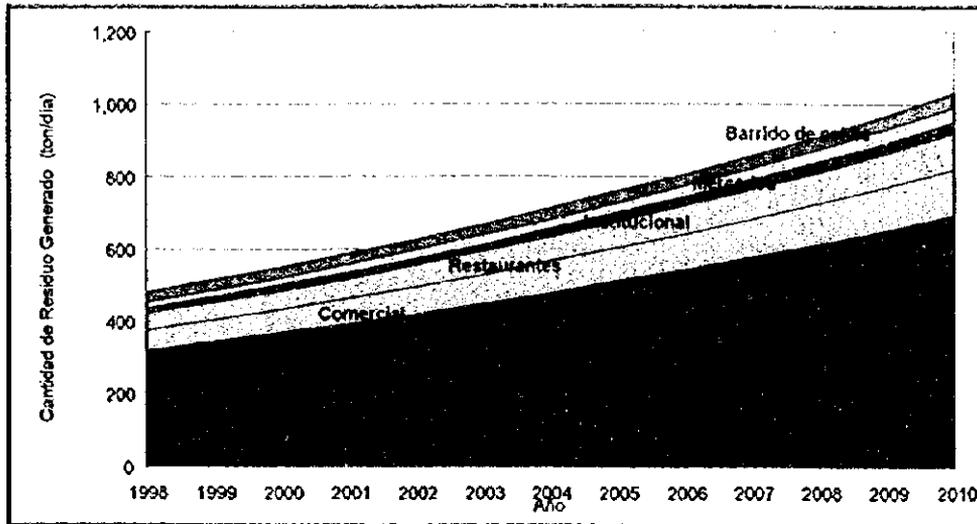


Figura 7-1: Proyección de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2010

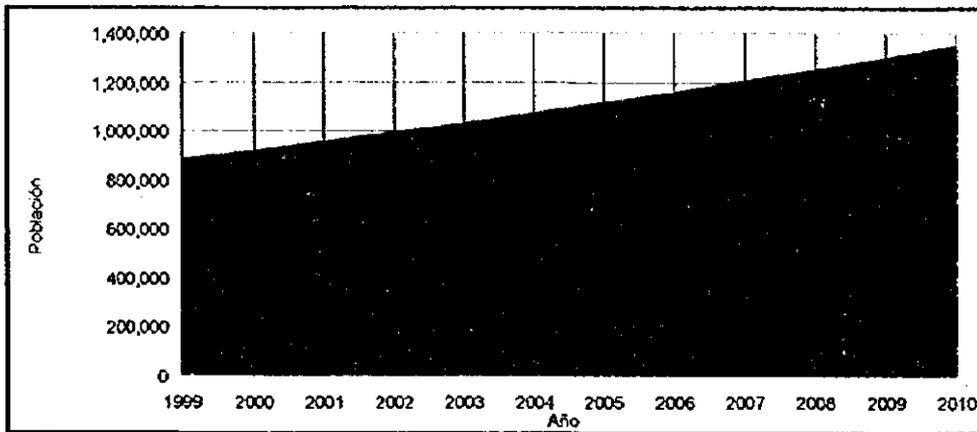


Figura 7-2: Plan Maestro de la Población Servida

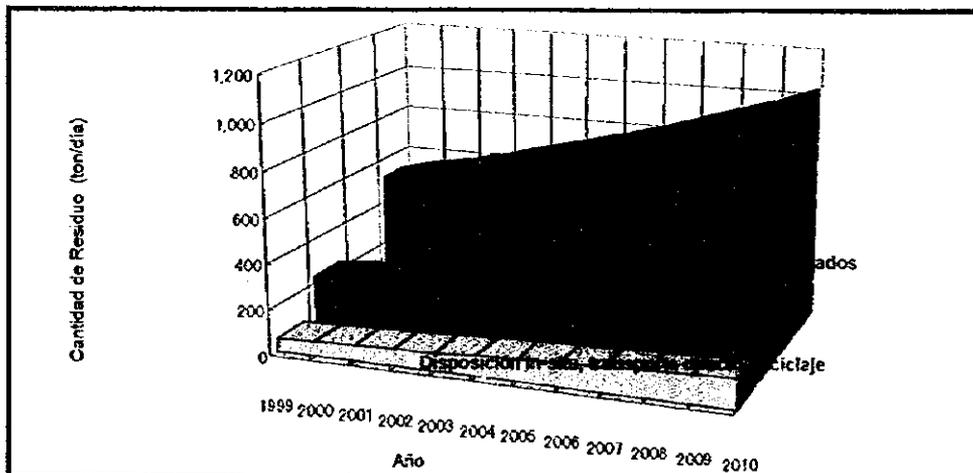


Figura 7-3: Plan Maestro de la Recolección y Transporte de Residuos

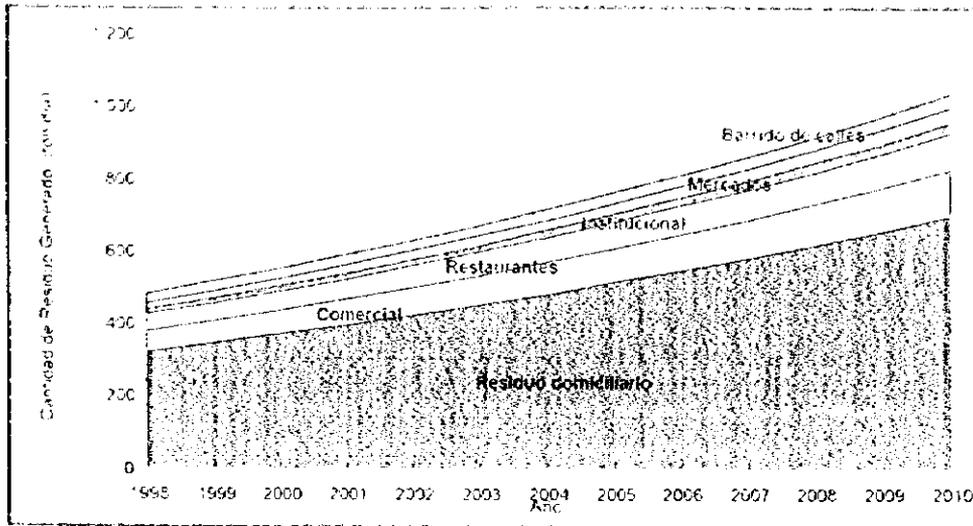


Figura 7-1 Proyección de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2010

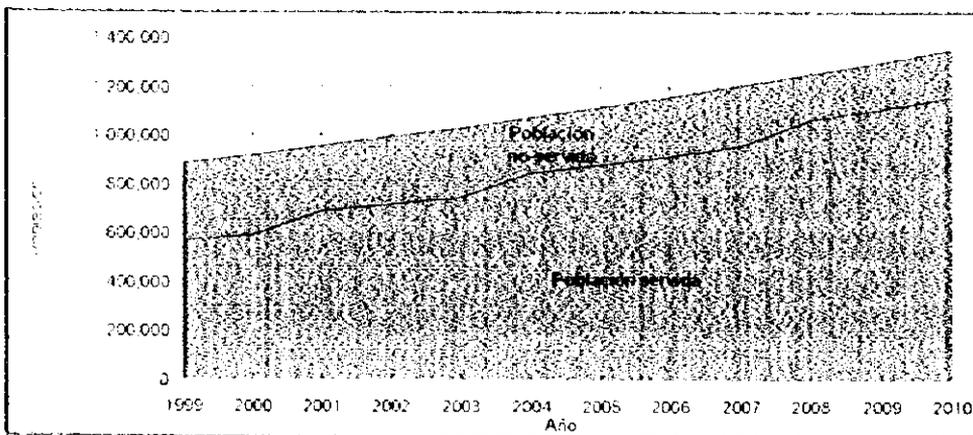


Figura 7-2 Plan Maestro de la Población Servida

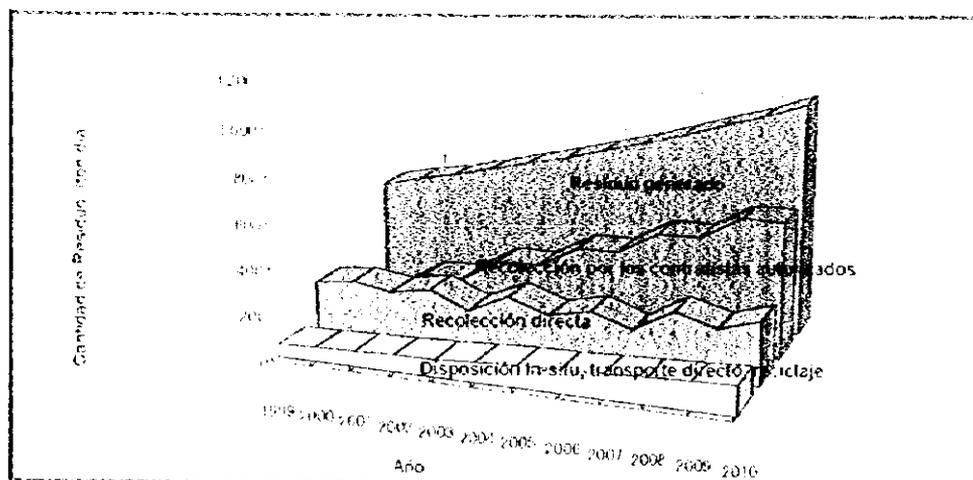


Figura 7-3. Plan Maestro de la Recolección y Transporte de Residuos

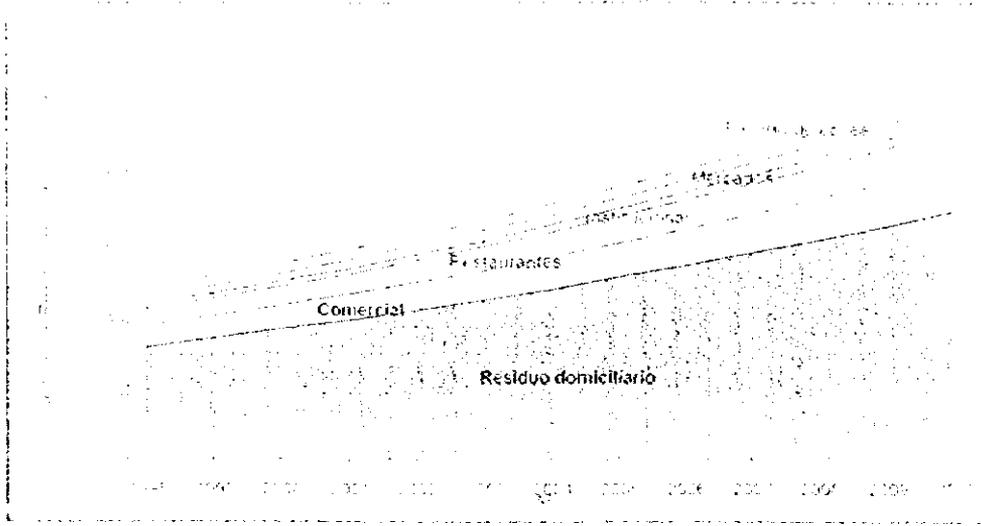


Figura 11. Proyección de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2020

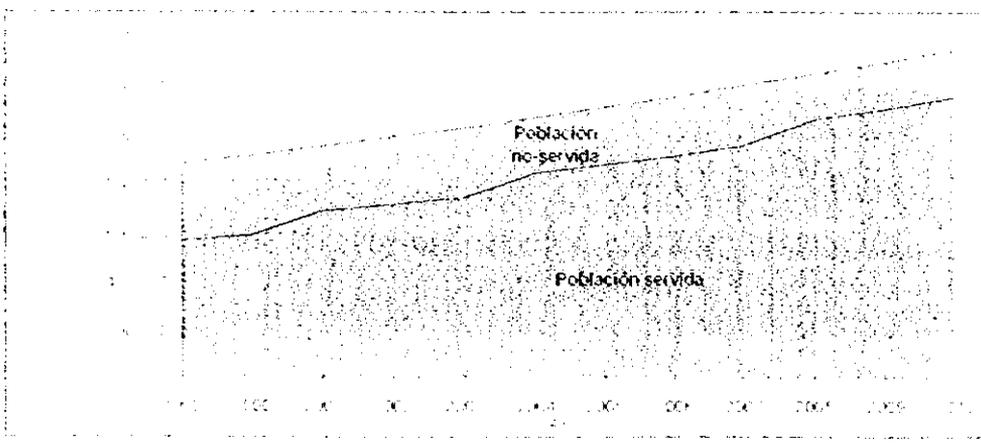


Figura 12. Plan Maestro de la Población Servida

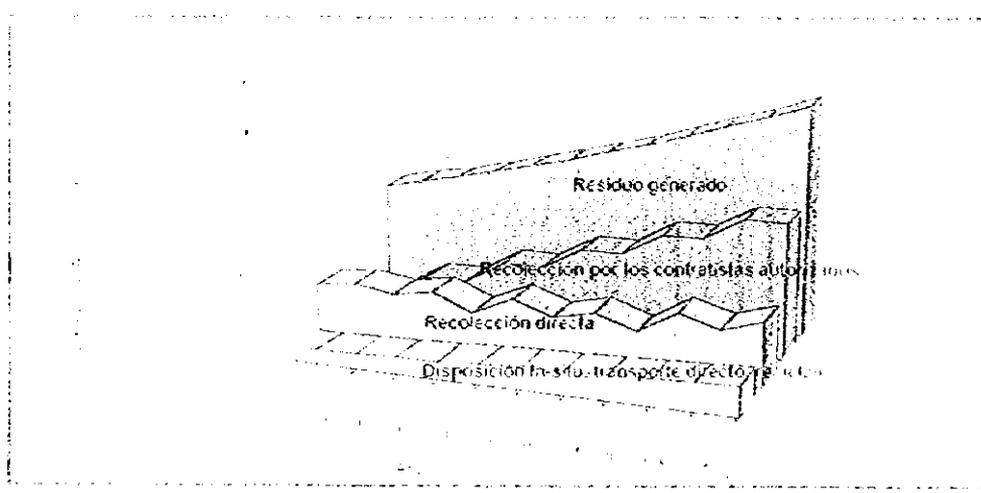
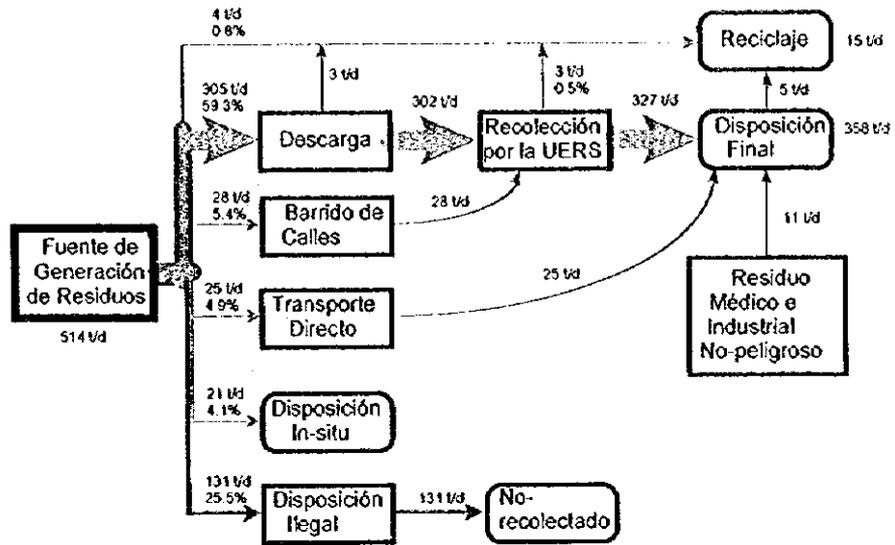
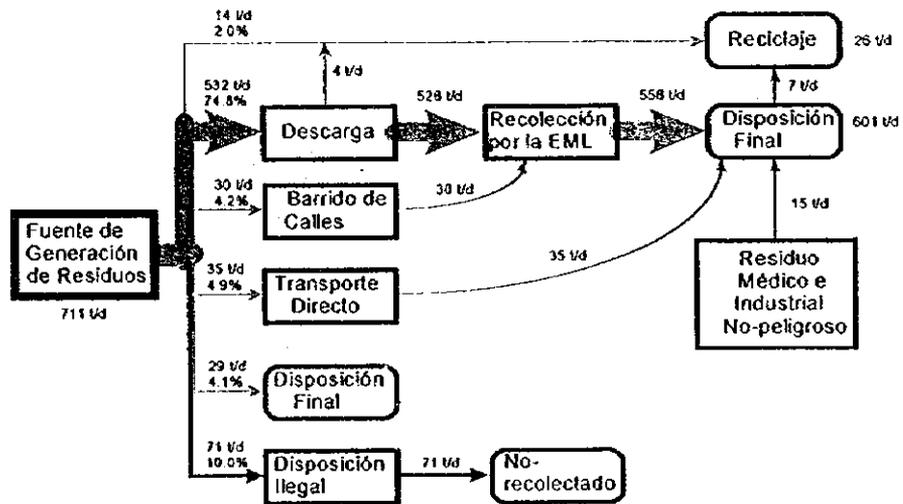


Figura 13. Plan Maestro de la Recolección y Transporte de Residuos

1999



2004



2010

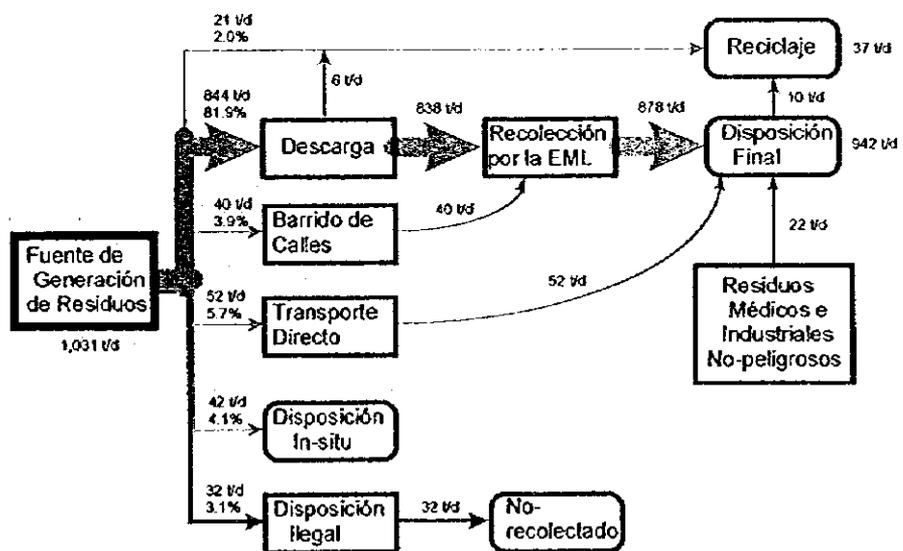


Figura 7-4: Flujo de los Residuos del Distrito Central

7.1.2 Conceptos del Plan Maestro

a. Reforma del Sistema Institucional, Organizativo y Financiero

a.1 Sistema institucional

- 1) Establecer un sistema que incluya al sector privado.
- 2) Mejorar la situación actual de limpieza.

a.2 Sistema de organización

- 1) Establecer la autonomía de la unidad ejecutora del manejo de residuos sólidos con el propósito de lograr flexibilidad y estabilidad.
- 2) Establecer un sistema de contabilidad auto-sostenible para invertir los ingresos por el impuesto derivado de la basura, solamente en los trabajos del manejo de residuos sólidos.

a.3 Sistema financiero

- 1) El nuevo sistema de tarifas de los residuos estará basado en una combinación adecuada de los siguientes conceptos.
 - Principio de "quien contamina, paga" (los generadores de residuos pagan por los costos del MRS)
 - Mecanismo de subsidio cruzado (la gente más acaudalada paga por la menos afortunada)
 - Minimización de los costos por recaudación de la tarifa de los residuos.
 - Fortalecer la capacidad de cumplimiento del sistema de recaudación.
 - Diferenciar los niveles de servicio, en concordancia con la tarifa pagada.
- 2) Se aplicará una tarifa de disposición de residuos a los que transporten directamente la basura.

a.4 Sistema de gestión

- 1) La nueva unidad ejecutora de manejo de residuos sólidos (UERS), creada durante la primera fase del programa de reforma institucional, deberá tener suficiente capacidad administrativa para controlar la participación del sector privado. La capacidad administrativa de la UERS será mejorada en comparación al Departamento de Limpieza y Asco actual, especialmente en el control de costos, planificación financiera, planificación técnica, contratación, monitoreo y supervisión de los trabajos.
- 2) La responsabilidad y transparencia del manejo de residuos sólidos serán deberes de la UERS.

a.5 Educación y toma de conciencia

Para sensibilizar a la población a través de la educación e incentivación a la participación social, se tomarán en consideración los siguientes puntos:

- 1) Informar a los ciudadanos sobre:

- Problemas ambientales y sanitarios relacionados con el MRS;
 - Cambios en la estructura organizativa, responsabilidades y poderes legales de la organización;
 - Legislación existente que explique las multas y medidas punitivas para los transgresores y los procedimientos de aplicación;
 - Deberes y responsabilidades de los ciudadanos que incluye la recaudación de impuestos por residuos y métodos de pago;
 - Procedimientos para presentar reclamos a las autoridades.
- 2) Institucionalizar el programa municipal "Alcaldía Móvil" como medio para promover la participación social en el mejoramiento de la salud pública a través de campañas de limpieza y atención médica para los residentes, así como actividades culturales.
- 3) Programas de educación para estudiantes y grupos locales a través de un efectivo uso de los recursos existentes.

La educación pública no puede proceder si los recursos humanos disponibles que son responsables del MRS no tienen la suficiente información básica que pudiesen enseñar al público en general. El plan maestro propone un programa de capacitación de recursos humanos que consiste de tres cursos de capacitación.

- Asuntos públicos
- Operaciones
- Servicios de apoyo

b. Sistema Técnico

b.1 Almacenamiento y disposición

- 1) El tipo de contenedores usados será regulado.
- 2) Se contemplará un sistema de descarga separado de residuos reciclables y no reciclables.

b.2 Recolección y transporte

- 1) Las áreas de prioridad para la recolección de residuos son las siguientes.
 1. Centro de la ciudad
 2. Áreas residenciales de ingresos altos y medios
 3. Área residencial de ingresos bajos dentro de la ciudad
 4. Área residencial de ingresos bajos en la periferia de la ciudad
- 2) Se considerará la ampliación del sistema de recolección por medio de camiones compactadores.
- 3) En áreas problemáticas se adoptarán convenientemente el uso de camiones volquetes, el sistema de camión basculante o "roll-on roll-off" según las condiciones de cada área.

- 4) En áreas problemáticas, la recolección primaria será realizada por micro-empresas u organizaciones comunales; y la recolección secundaria será realizada por la AMDC. La AMDC promoverá la actividad de recolección primaria, sin embargo, todos los costos incurridos por este servicio serán directamente asumidos por los usuarios.

b.3 Procesamiento, tratamiento y reciclaje

- 1) En el presente Estudio no se contemplarán plantas de procesamiento o tratamiento.
- 2) Las actividades de reciclaje serán promovidas por la unidad ejecutora de la AMDC y ejecutadas principalmente por el sector privado. La UERS no participará directamente en las actividades de reciclaje.

b.4 Barrido de calles

- 1) Todos los trabajos de barrido de calles serán realizados manualmente.
- 2) Se contemplará un sistema apropiado de recolección y transporte para los residuos derivados del barrido de calles.

b.5 Disposición final

- 1) El nivel sanitario del sitio de disposición existente será mejorado para minimizar el impacto negativo sobre el medio ambiente.
- 2) Toda el área del sitio de disposición final será utilizada en su totalidad, de forma tal de darle uso por tanto tiempo como sea posible.
- 3) El control de los recuperadores será mejorado, de manera que sean excluidos del sitio de disposición para el año 2010, sin inferir considerablemente en el impacto social.

b.6 Sistema de mantenimiento

- 1) La AMDC realizará solamente servicios preventivos, servicios rutinarios (diarios) y los servicios de reparación que no puedan ejecutarse en talleres privados; el resto será realizado por el sector privado.

7.2 Plan Maestro del Sistema Institucional

No sólo para el caso de Honduras, sino para muchos de los países desarrollados, los problemas de residuos sólidos se tornan más difíciles y complejos. Son originados por los cambios en sistemas sociales, estilos de vida de la gente, crecimiento económico, crecimiento poblacional, entre otros. En vista de estas nuevas necesidades, el énfasis del manejo de los residuos sólidos cambia rápidamente de uno sanitario propiamente a uno de protección ambiental y, más adelante, a uno de conservación de recursos naturales. Una solución completa a estos problemas aún falta por encontrarse. En la actualidad, el único curso de acción que la humanidad puede tomar es lograr rápidamente un concepto de los problemas existentes, tomar acciones apropiadas y prepararse para problemas que pudiesen surgir en el futuro. El primer paso para solucionar los infaltables problemas asociados a los residuos sólidos es, por lo tanto, establecer un sistema institucional apropiado.

a. Problemas Existentes del Sistema Institucional

- 1) Nivel jerárquico insuficiente
- 2) Débil estructura organizativa
- 3) Limitada capacidad para la toma de decisiones
- 4) Lentitud en los trámites administrativos
- 5) Recursos humanos con falta de motivación
- 6) Falta de responsabilidad y transparencia
- 7) Alto número de clientes no identificados
- 8) Tasas y tarifas que no corresponden a los servicios que se prestan
- 9) Registros contables que no reflejan los ingresos y egresos con precisión
- 10) No existen registros confiables sobre la cantidad de residuos recolectados y descargados
- 11) Desconocimiento de los costos del servicio
- 12) Desbalance de las rutas de recolección y aseo de calles
- 13) Insuficiente cobertura (80 ton/día de residuos domiciliarios no se recogen)
- 14) Desorden e incumplimiento en las frecuencias y horarios
- 15) Vertedero que atenta la salud pública y el ambiente
- 16) Destrucción del equipo y maquinaria por falta de un adecuado mantenimiento y bajo rendimiento por la demora en el suministro de repuestos.
- 17) Inexistencia de objetivos, metas, de la planificación y desarrollo de los servicios
- 18) Falta de control y supervisión de los contratos

b. Requerimientos para el Sistema Institucional Propuesto

- 1) El sistema institucional propuesto del plan maestro tiene el objetivo de superar estos problemas, debido a que estos problemas son atribuidos al sistema institucional inadecuado.
- 2) El mejoramiento del sistema institucional debe preceder a cualquier esfuerzo técnico, debido a que un sistema técnico mejorado requiere de costos adicionales que no pueden ser cubiertos por los ingresos actuales procedentes de la tarifa por recolección de residuos.
- 3) Un objetivo general de cada sub-sistema institucional es presentado de la siguiente manera.

Sub-sistema	Objetivo
Administración y Organización	Establecer la autonomía y responsabilidad del MRS
Finanzas	Aumentar los ingresos por MRS
Gestión	Lograr los objetivos con mínimo de costos asociados al MRS

7.2.1 Sistema de Administración y Organización

Considerando que el mejoramiento del sistema institucional es una prioridad en lo referente al mejoramiento del sistema de MRS actual, su reforma debe ser ejecutada en dos etapas. La primera etapa consiste en lograr el mejoramiento inmediato y la segunda busca un mejoramiento integral.

Primera etapa: Plan de mejoramiento inmediato

“Establecimiento de una Unidad Ejecutora de Manejo de Residuos Sólidos”

Descripción:

Para el logro del plan, será establecida de manera inmediata una unidad ejecutora de MRS, organismo temporal directamente vinculada al despacho del Alcalde (ver Figura 7-5 y Figura 7-6). La unidad ejecutora de MRS tendrá las mismas funciones que el Departamento de Limpieza y Aseo, sin embargo, su nivel jerárquico será elevado a un nivel más superior que el Departamento de Limpieza y Aseo actual.

Este mejoramiento consiste en lograr lo siguiente:

- Una urgente mejoría de la eficiencia del sistema de MRS con cambios mínimos en la administración del sistema organizativo actual.
- Realización de preparativos necesarios para establecer una entidad autónoma que pueda llevar a cabo el manejo de los residuos sólidos.

Programa: A principios de 1999

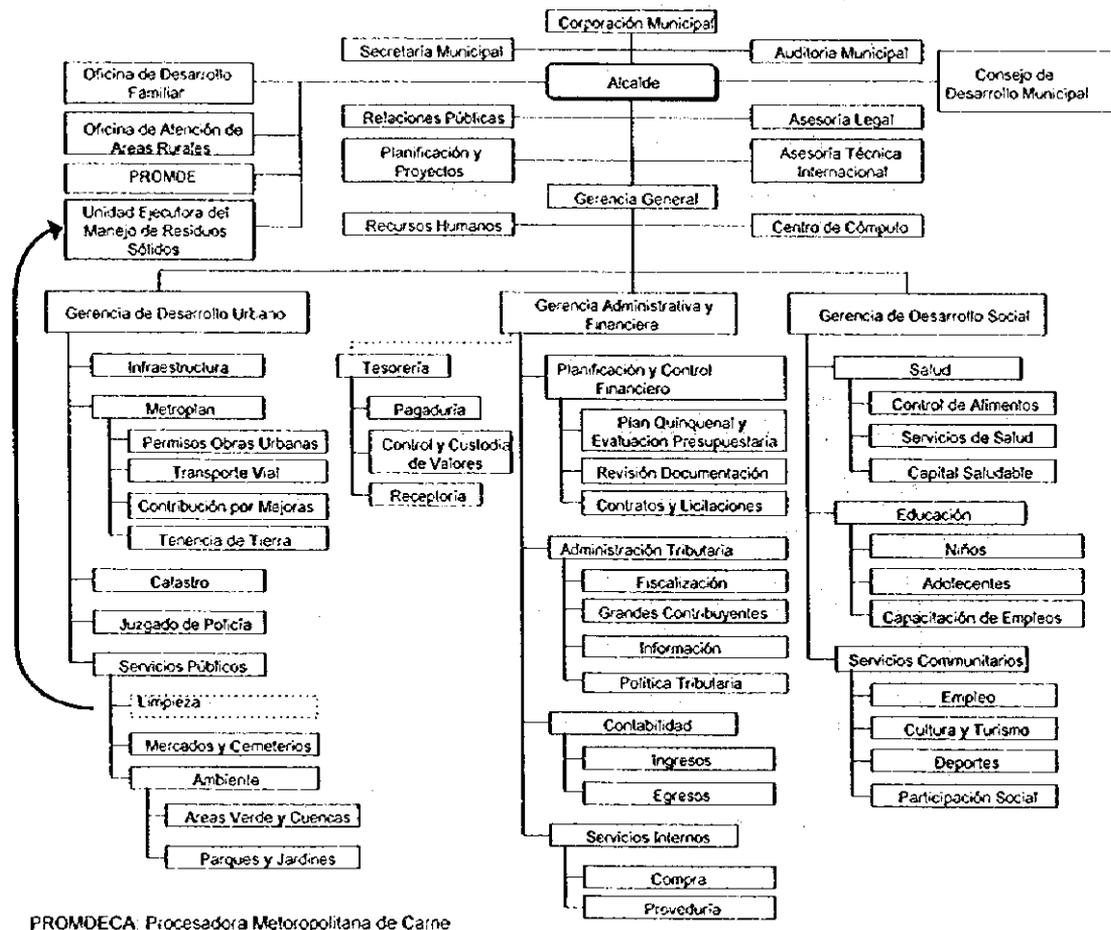


Figura 7-5: "1ra Etapa" Nivel Jerárquico Propuesto para la Unidad Ejecutora de MRS

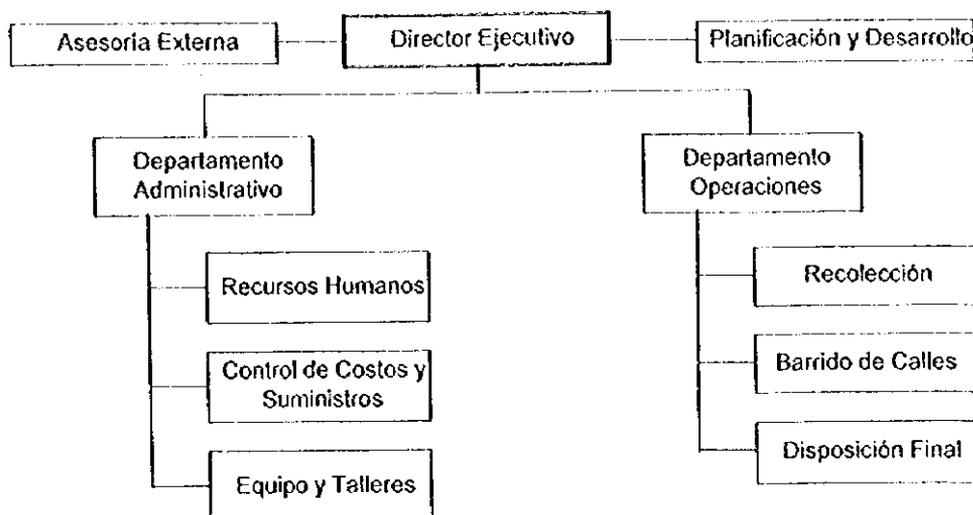


Figura 7-6: "1ra Etapa" Organización de la Unidad Ejecutora de MRS

Segunda Fase: Plan de mejoramiento integral

"Establecimiento de una Entidad Autónoma para el Manejo de Residuos Sólidos, la Corporación Municipal de Limpieza"

Descripción:

Será establecida una entidad autónoma con completa autonomía administrativa y financiera con el propósito de lograr un manejo integral del MRS municipales en el Distrito Central (ver Figura 7-7).

Objetivo:

- Detener y revertir el deterioro ambiental causado por la provisión de servicios relacionados a los residuos.
- Rehabilitar, renovar y ampliar la infraestructura
- Garantizar la calidad de los servicios con controles apropiados
- Mejorar y simplificar las relaciones con los clientes
- Contribuir a la recuperación del medio ambiente

Cronograma: Antes del Año 2001

Justificación:

Con la continua expansión urbana, la cantidad de actividades asociadas con el MRS se torna cada vez más complicada y abrumadora. Esta situación ha alcanzado el punto en que resulta, tanto físicamente como financieramente, difícil para la AMDC hacer frente a estos trabajos por sí misma. Por lo tanto, las capacidades técnicas y financieras del sector privado deben ser incorporadas al sistema de MRS. De hecho, algunos servicios ya han sido contratados al sector privado.

Sin embargo, debe tenerse presente que existen discrepancias entre los objetivos del sector privado y los del gobierno en lo relacionado al MRS. El objetivo del sector privado en este sentido está orientado a que la ejecución de los trabajos le resulten

rentables, mientras que los objetivos de la municipalidad son proveer a los ciudadanos de condiciones sanitarias y lograr determinadas condiciones estéticas, proteger el ambiente, conservar los recursos naturales, etc. Por lo tanto, la municipalidad debe conservar sus funciones con el propósito de controlar las actividades del sector privado apropiadamente, de manera tal que los objetivos del plan maestro sean alcanzados.

Por otra parte, existen muchos problemas asociados con la operación municipal directa (ver el Capítulo 12 para mayores detalles). Como una entidad autónoma no está sujeta a las restricciones administrativas que son la raíz de los problemas que enfrenta el servicio público de los residuos, la estabilidad financiera por parte de la nueva entidad se concretará a través de la facturación de los servicios.

Además, las entidades autónomas están ganando popularidad en otros países latinoamericanos, en vista que las decisiones asociadas a su manejo, especialmente aquéllas relacionadas con el nombramiento de personal y la fijación de tarifas no son influenciadas por intervenciones políticas.

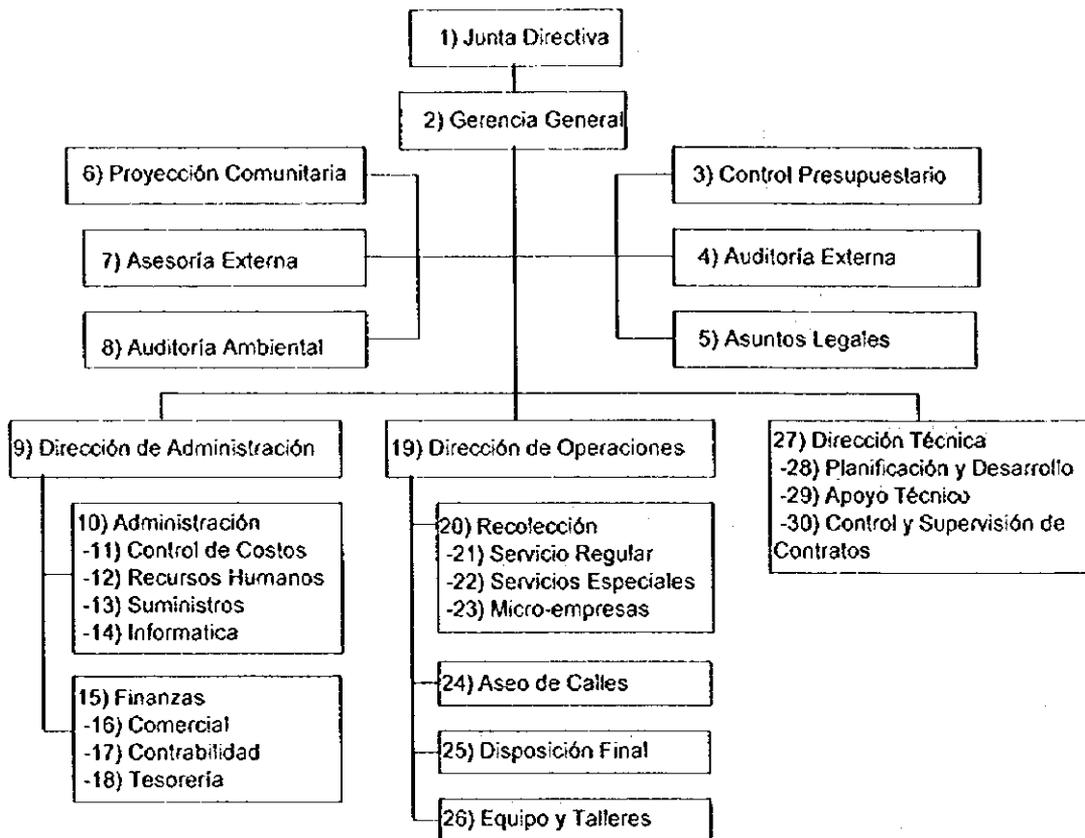


Figura 7-7: "2da Etapa" Estructura de Organización de la Entidad Autónoma para el MRS

7.2.2 Sistema Financiero

a. Problemas Existentes

La tarifa por recolección de servicios es recaudada en conjunto con el impuesto sobre bienes inmuebles. Los problemas existentes relacionados con este sistema son los siguientes.

- 1) Aunque todos los ciudadanos descargan residuos, sólo aquellos dueños de bienes inmuebles son facturados para el pago de la tarifa de recolección. En la actualidad existen 126,000 propietarios de bienes inmuebles (aproximadamente 80% de las viviendas del Distrito Central) que se encuentran registrados como contribuyentes. En consecuencia, muchos residentes que reciben el servicio de recolección de residuos no son facturados por los servicios prestados.
- 2) El valor de los bienes inmuebles es fijado por cinco años.
- 3) El sistema de recaudación en conjunto con el impuesto sobre bienes inmuebles no es efectivo porque los evasores no pueden ser identificados. Por lo tanto, la tasa de recaudación (aproximadamente 50%) es muy baja.
- 4) La tarifa por recaudación de residuos no refleja el nivel de servicio, ni la cantidad de residuo descargado. Es difícil justificar el actual sistema de tarifas y por esta situación, muchos ciudadanos se encuentran insatisfechos y sin voluntad de pagar lo que deben.

b. Plan Maestro

b.1 Introducción de un nuevo sistema de tarifas para residuos domiciliarios

“Sistema de facturación conjunta con el servicio de electricidad”

El plan maestro propone la introducción de un sistema de facturación en conjunto donde los residentes son facturados por la tarifa de recolección de residuos con la factura de electricidad. Este sistema tiene las siguientes ventajas:

- El número de viviendas que son facturados en la actualidad es de aproximadamente 200,000 y esta cifra equivale a cerca del 100% de la población del Distrito Central.
- La recaudación derivada de la facturación por el servicio de electricidad es alrededor del 100%.
- Los costos de recaudación por la tarifa de residuos será baja.

b.2 Concepto del nuevo sistema de tarifas

Costos	Contribuyente	Observaciones
Residuo domiciliario	Residentes	Se aplica el mecanismo de subsidios cruzados (los más adinerados pagan por los menos adinerados)
Residuo no domiciliario	Establecimientos de negocios	Cubre todos los costos de disposición y transporte
Recolección y transporte de grandes cantidades	Grandes generadores	Cubre todos los costos de recolección, transporte y disposición de grandes cantidades de residuos.
Transporte directo	Transportadores directos	Cubre todos los aspectos de la disposición final
Barrido de calles, etc.	Residentes de altos ingresos y establecimientos de negocios	Incluido en las tarifas de residuos para áreas residenciales de altos ingresos e impuestos por residuo no domiciliario

b.3 Nuevo sistema de tarifas para recolección de residuos

Para que exista un sistema responsable para el MRS, es necesario establecer tarifas de acuerdo al nivel de servicio. En concordancia, una tarifa especial de recolección será impuesta sobre viviendas o negocios que demanden servicios adicionales, tales como servicios de recolección casa a casa en áreas marginales o el transporte de grandes volúmenes de residuos.

Sistema actual de tarifa por residuos	Sistema propuesto de tarifa por residuos	Observaciones
Residuo domiciliario	Los residuos domiciliarios se clasifican en: <ul style="list-style-type: none"> Residentes de ingresos altos Residentes de ingresos medios Residentes de ingresos bajos 	Actualmente las tarifas de recolección son facturadas conjuntamente con el impuesto de bienes inmuebles. En el nuevo sistema se aplicará el mecanismo de subsidios cruzados (los más adinerados pagan por los menos adinerados)
Residuos comerciales	Los residuos no domiciliarios se clasifican en: <ul style="list-style-type: none"> Residuos de negocios Grandes generadores Transportadores directos 	Actualmente los grandes generadores y transportadores directos no son impuestos por los servicios de residuos. Las tarifas de residuos de negocios son facturadas conjuntamente con el impuesto sobre la renta de negocios

b.4 Cuadro de la tarifa de recolección propuesta

Tipo de Residuo		Tarifa		
		2001-2002	2003-2007	2008-2010
Residuos domiciliarios (Lps/casa/mes)	Residentes de ingresos altos	63	70	80
	Residentes de ingresos medios	22	33	36
	Residentes de ingresos bajos	11	18	20
Residuos no domiciliarios	Residuo comercial (Lps/establec./mes)	El ingreso anual de los negocios es más de L.4,000,000	500	
		Lps 3,000,001-4,000,000	450	
		Lps 2,000,001-3,000,000	400	
		Lps 1,000,001-2,000,000	250	
		Lps 500,001-1,000,000	200	
		Lps 300,001-500,000	150	
		Lps 100,001-300,000	100	
		Lps 50,001-100,000	75	
	Más de Lps 50,000	50		
Grandes generadores (Lps/ton)		480	530	
Generadores que proveen transporte propio (Lps/ton)		50	55	

Note: La tasa básica para tarifas de residuos comerciales comienza con Lps 50/establec./mes

7.2.3 Sistema de Gestión

a. Control de Ingresos

a.1 Funciones requeridas

Las principales funciones requeridas son las siguientes:

- Emitir facturas
- Demandar y verificar pagos
- Listar morosos recurrentes o habituales
- Mantener una base de datos de los contribuyentes

- Analizar la situación de la recaudación de tarifas por zonas
- Informar asuntos desde la perspectiva de los ingresos
- Desarrollar nuevas fuentes de ingresos

a.2 Flujo de información

La Figura 7-8 muestra el flujo de información del trabajo rutinario.

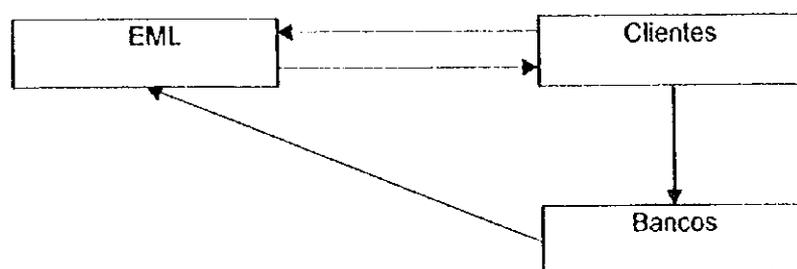


Figura 7-8: Diagrama del Flujo de Información sobre la Recaudación de la Tarifa

a.3 Base de datos

Una base de datos de los clientes debe ser elaborada para residentes, negocios, grandes generadores y aquéllos que transportan directamente sus residuos.

a.4 Sistema de registro

Un informe mensual de pagos y un expediente sobre cambios de los clientes será elaborado.

a.5 Hacer cumplir el pago de impuestos con la colaboración de la Administración Tributaria

Considerando que las tarifas por residuos provenientes de fuentes no domiciliarios serán gravadas con base a los impuestos sobre la renta de los negocios, es esencial que la Administración Tributaria revele toda la información a la Empresa Municipal de Limpieza tan pronto como los negocios declaren sus impuestos sobre la renta al final del año fiscal. En general, considerando que los morosos recurrentes o habituales tienen tendencia a fallar en el pago de otros impuestos, es recomendable monitorear estos casos estrechamente y hacer cumplir las penalizaciones en caso de mora.

b. Control de Gastos

b.1 Funciones del control de gastos

El sistema de control de gastos debe considerar las siguientes funciones:

- Aprobación previa a las solicitudes de adquisición de bienes y servicios.
- Control en el uso del presupuesto.
- Procurar las mejores condiciones de adquisición.
- Registrar los gastos ordenadamente para establecer un efectivo control de costos por actividades.

- Controlar la calidad y cumplimiento de los servicios contratados, autorizar sus pagos e imponer las sanciones.

b.2 Flujo de información

Las figuras 7-9, 7-10 y 7-11 muestran los flujos de informaciones propuestos.

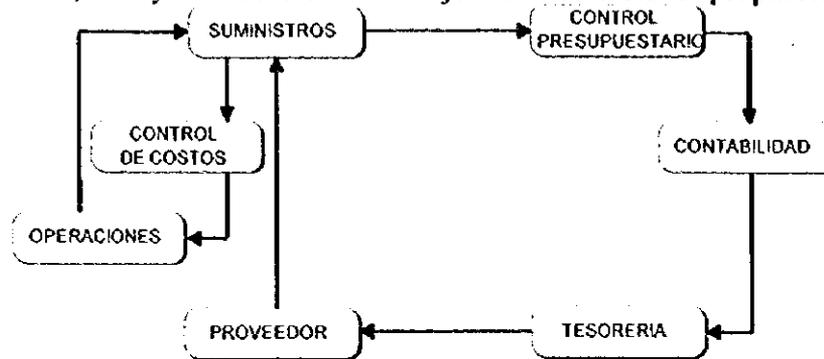


Figura 7-9: Sistema de Control de Gastos, Flujo de Información para Adquisiciones

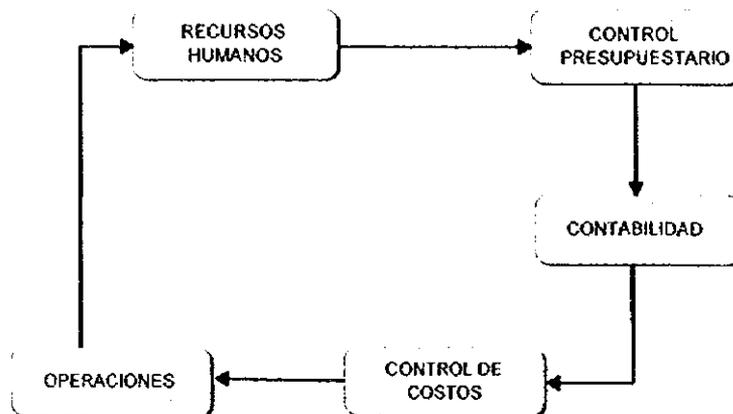


Figura 7-10: Sistema de Control de Gastos, Flujo de Información para la Contratación del Personal

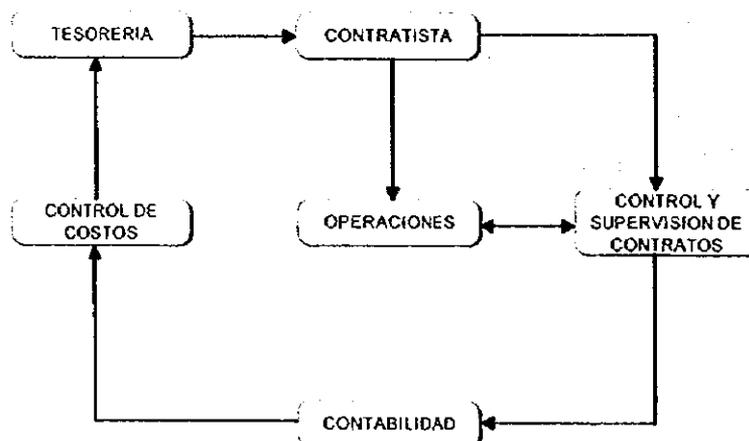


Figura 7-11: Sistema de Control de Gastos, Flujo de Información para el Control y Supervisión de Contratos

c. Participación del Sector Privado

Con el propósito de aliviar la carga que el MRS representa a la AMDC y a la vez, utilizar las capacidades financieras, técnicas y de gestión del sector privado, el papel del sector privado será expandido bajo el control de la Empresa Municipal de Limpieza (EML).

Contrato	Descripción	Observaciones
A	Recolección y transporte de residuos sólidos municipales (RSM) en las áreas urbanas de la ciudad.	<ul style="list-style-type: none"> • El contrato incluirá los trabajos de recolección y transporte. • Licitación abierta • A ser pagado por tonelada de residuo • Un área de recolección bajo contrato tendrá una cantidad de descarga de aproximadamente 50 ton/día.
B	Recolección y transporte de residuos sólidos municipales de las áreas marginales de la ciudad	<ul style="list-style-type: none"> • Este contrato es solamente para la recolección y transporte secundario. • El contrato incluye todos los costos requeridos para los servicios de operación, pero los camiones contenedores y los contenedores serán proveídos por la EML. • Licitación abierta • A ser pagada por tonelada
C	Barrido de calles	<ul style="list-style-type: none"> • El contrato incluirá el barrido de calles y transporte de residuos a las estaciones. • Licitación abierta • Para el centro de la ciudad: será pagado por área de barrido. Para otras áreas: será pagado por kilómetro barrido
D	Relleno sanitario	
	<ul style="list-style-type: none"> • Operación 	<ul style="list-style-type: none"> • El contrato incluirá todos los costos requeridos para la operación, tales como, mano de obra, combustible, materiales, etc. Sin embargo, el equipo pesado que es propiedad de la EML será proveído al contratista. • Licitación abierta • A ser pagada por tonelada dispuesta
	<ul style="list-style-type: none"> • Rehabilitación del sitio del relleno 	<ul style="list-style-type: none"> • El contrato incluirá todos los costos requeridos, tales como materiales, trabajos de maquinaria, levantamiento topográfico, etc. • Licitación abierta • A ser pagado por totalidad del trabajo

d. Control de Calidad

d.1 Monitoreo y supervisión

El sistema de información para el monitoreo y control es un importante recurso para verificar y mejorar las tareas del MRS. En su mayoría éstos servicios son repetitivos, con ocasionales variantes y servicios especiales a pedido. La planificación y diseño de estas tareas y la evaluación final de los servicios prestados constituyen el sistema de control de calidad (Figura 7-12).

Previamente se deberán fijar los lineamientos y los niveles de calidad que se quieren alcanzar (parámetros); los procedimientos que se van a seguir y las actividades que van a ser monitoreadas, que debe ser del conocimiento tanto del público en general como de los operadores de la institución y de los contratistas.

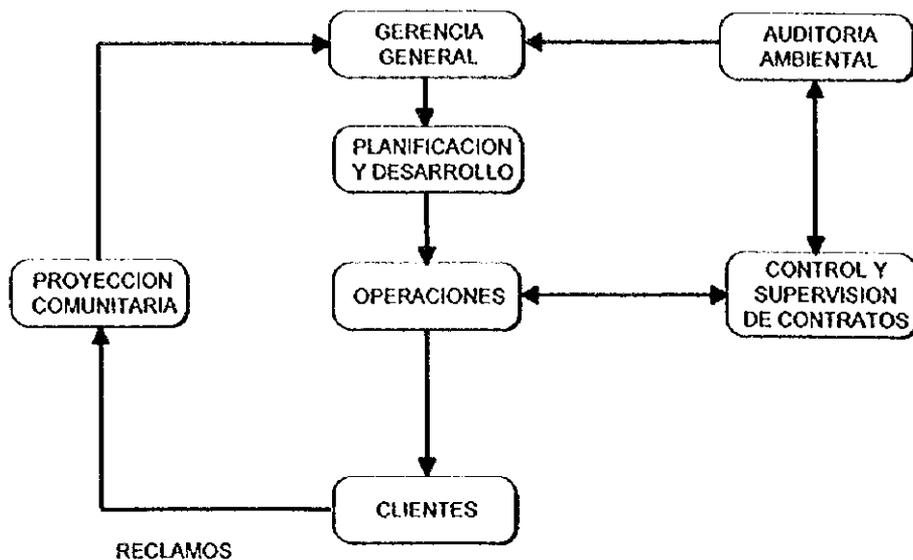


Figura 7-12: Sistema de Control de Calidad Monitoreo y Supervisión

d.2. Funciones del sistema

- Establecer los parámetros físicos y ambientales
- Señalar los procedimientos de monitoreo
- Verificar el nivel de cumplimiento
- Recomendar los ajustes necesarios

e. Sistema de Desarrollo de Recursos Humanos

El mejoramiento de la productividad en los servicios públicos requiere de un sostenido desarrollo de las fortalezas y habilidades de sus servidores. Este concepto básico señala dos objetivos en la capacitación de los recursos humanos. El primero es generar una conciencia moral de servidor público que ayuda a tomar una actitud positiva frente a su trabajo y logra la confianza del público hacia la institución. El segundo es el dar a los servidores las habilidades necesarias para hacer mejor su trabajo y asegurar un ambiente limpio y confortable a sus ciudadanos.

El programa de capacitación de los recursos humanos consiste de los siguientes 3 cursos de capacitación:

- Relaciones públicas
- Operacionales
- Servicios de apoyo

7.3 Sistema Técnico del Plan Maestro

7.3.1 Condiciones de Diseño

a. Datos Claves para el Diseño

- 1) Peso específico de los residuos no compactados al ser transportados por los vehículos recolectores : 0.2 Ton/m³
- 2) Gravedad específica aparente de los residuos cuando son transportados por los vehículos recolectores, después de la compactación. : 0.5 Ton /m³
- 3) Gravedad específica aparente de los residuos cuando son compactados en el sitio de disposición : 0.8 Ton /m³
- 4) Distancia promedio de transporte de los residuos : 18 Km
- 5) Eficiencia de operación de los vehículos recolectores : 0.9
- 6) Horas de operación para la recolección de los residuos
De lunes a viernes : 7.5 h/día
Sábado : 4.5 h/día
Domingo : libre

b. Vida Útil

- 1) Contenedores comunales : 7 años
- 2) Equipo para recolección y transporte : 7 años
- 3) Equipo pesado para disposición final : 6 años
- 4) Maquinaria : 15 años
- 5) Edificios y obras civiles : 30 años

c. Vida Útil Remanente del Equipo Existente

Los equipos obtenidos en 1988 todavía funcionan bien y trabajan en buenas condiciones, aunque su vida útil haya expirado. No es factible proponer el reemplazo de todo este equipo de una sola vez, debido a que el sistema del manejo de residuos sólidos depende en extremo de éste. Por lo tanto, se supone que el equipo existente sería operacional hasta finales del año 2000, con la provisión que requerirá costos de mantenimiento más elevados.

7.3.2 Sistema de Descarga y Almacenamiento

a. Distribución de Costos

La AMDC no cargará con ningún costo relacionado al sistema de descarga y almacenamiento, con la excepción de los costos relacionados con los contenedores y reciclaje de residuos.

b. Método de Descarga

Un sistema de descarga separada/seleccionada será aplicado primeramente a las áreas de ingresos altos, donde más materiales reciclables son incluidos en los residuos

generados. Este sistema será expandido gradualmente a las áreas de ingresos medios y bajos.

c. Sistema de Almacenamiento

- a) El tipo de sistema de almacenamiento a ser utilizado no se especificará. Los residentes tendrán la libertad de escoger el tipo de almacenamiento de acuerdo a sus preferencias. Sin embargo, el uso de toneles metálicos deberá ser eliminado en el futuro, debido a su peso. La AMDC promoverá el uso de bolsas plásticas, de papel, contenedores plásticos, etc.
- b) La instalación de cestos de basura tipo pedestal será promovida en áreas residenciales, especialmente en nuevas áreas de desarrollo residencial.

7.3.3 Sistema de Recolección y Transporte

a. Principios Básicos

- 1) En el largo plazo, la participación del sector privado será expandida, pero la EML directamente operará por lo menos el 25% de la totalidad de los trabajos de recolección y transporte.
- 2) La prioridad para la recolección de residuos por áreas es la siguiente:
 1. Centro de la ciudad
 2. Áreas residenciales de altos y medianos ingresos
 3. Área residencial de bajos ingresos ubicada dentro de la ciudad
 4. Área residencial de bajos ingresos ubicada en la periferia de la ciudad
- 3) En áreas problemáticas, se usarán el sistema de camión basculante (con contenedores de 5.5 m³) y el sistema de camión "roll-on roll-off" (con contenedores de 10 m³). La recolección primaria será proveída por micro-empresas u organizaciones comunitarias y la recolección secundaria por la AMDC. La AMDC promoverá las actividades de recolección primaria, sin embargo, todos los costos en que este servicio incurra serán asumidos por los usuarios.
- 4) Donde las vías sean estrechas y transitadas, por ejemplo el antiguo centro de la ciudad, se usarán camiones compactadores de alrededor de 8 m³, para minimizar las interrupciones del tráfico que son causadas por las actividades de la recolección.
- 5) El sistema de contenedores será utilizado en áreas marginales, donde los residentes pueden supervisar los contenedores y en puntos de recolección para residuos derivados del barrido de calles. Este sistema debe ser cuidadosamente supervisado por la AMDC debido a que el uso inapropiado afectaría todo el sistema de MRS.

b. Programa del Plan Maestro

b.1 Cuerpo ejecutor

El cuerpo ejecutor será la Unidad Ejecutora de MRS (UERS) desde 1999 al 2000 y después del 2001 la autoridad ejecutora será la EML.

La EML recolectará y transportará los residuos directamente y por medio de contrataciones de estos trabajos.

b.2 Método de recolección

Frecuencia de recolección

- Centro de la ciudad y áreas residenciales de altos ingresos: Tres veces por semana
- Otras áreas: Dos veces por semana

Horas de trabajo

De lunes a viernes:	de 6:00 a 14:30
Sábado:	de 6:00 a 10:30
Domingo:	Libre

b.3 Método de recolección

El tipo de equipo y método de recolección son propuestos para cada clase de área, de la manera como se muestra a continuación:

Area	Equipo de Recolección	Método de Recolección
Áreas residenciales y comerciales típicas	Camión compactador de 15m ³	Recolección en la acera
Áreas comerciales muy concurridas	Camión compactador de 8m ³	Recolección en la acera
Áreas marginales	Camión contenedor de 5m ³ a 10m ³	Punto común de recolección
Residuos de calles	Camión contenedor de 5m ³ a 10m ³	Punto común de recolección

b.4 Cantidad de recolección de residuos

La cantidad de residuo propuesta para ser recolectado por la EML es presentada a continuación.

Unidad: ton/día

Puntos	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Domiciliario												
Alto	87	91	105	110	114	119	123	127	132	136	140	144
Medio	69	78	100	111	124	155	173	191	211	240	264	290
Bajo	73	77	89	93	98	112	117	122	127	153	159	165
Sub-total	229	246	294	314	336	386	413	440	469	529	563	600
No domiciliario (1)												
Comercial	31	33	43	46	49	61	65	69	74	90	96	102
Restaurantes	24	26	34	36	38	48	51	55	58	71	76	81
Institucional	7	8	10	10	11	14	15	16	17	21	22	23
Mercados	10	11	14	15	16	20	21	22	24	29	31	33
Sub-total	72	77	99	106	114	142	152	162	173	211	224	239
No domiciliario (2)												
Barrido de calles	28	28	28	30	30	30	32	33	35	36	38	40
Gran Total	330	352	422	451	480	558	597	636	676	776	825	878

b.5 Desglose de la cantidad recolectada por la autoridad responsable de MRS y sus contratistas

El desglose de las cantidades a ser recolectadas directamente por la EML y sus contratistas se indica a continuación:

	Unidad: ton/día											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Operación directa por la EML	230	252	222	251	180	258	197	236	176	276	225	278
Contratista	100	100	200	200	300	300	400	400	500	500	600	600
Total	330	352	422	451	480	558	597	636	676	776	825	878

b.6 Recursos requeridos por la autoridad responsable del MRS

Los recursos requeridos para la ejecución de los trabajos de limpieza realizados directamente por una de las autoridades propuestas, son mostrados a continuación.

	Unidad: Nos.											
Equipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Compactador de 15m ³	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Compactador de 13m ³	9	9										
Compactador de 8m ³	0	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Volquete de 12m ³	10	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Cam. basculante de 5.5m ³	1	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Cam. "roll-on roll-off" de 10m ³	1	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Contenedores de 5.5m ³	11	11	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Contenedores de 10m ³	13	13	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Volquete alquilado de 6m ³	0	3	0	0	0	3	0	0	0	7	0	7
Capacidad de recolección (V/d)	308	324	315	315	315	332	315	315	315	354	315	354

b.7 Cronograma para obtención de equipo por parte de la EML

El cronograma de adquisición del equipo para realizar los trabajos de recolección a ser ejecutados por una de las autoridades propuestas, se indican en el siguiente cuadro.

	Unidad: Nos.											
Equipo	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Compactador de 15m ³		10							10			
Compactador de 8m ³		3							3			
Volquete de 12m ³		5							5			
Cam. basculante de 5.5m ³		9							9			
Cam. "roll-on roll-off" de 10m ³		9							9			
Contenedor de 5.5m ³		90							90			
Contenedor de 10m ³		90							90			

7.3.4 Sistema de Procesamiento, Tratamiento y Reciclaje

a. Concepto Básico

a.1 Principales plantas de procesamiento o tratamiento

Ningún tipo de planta de procesamiento o tratamiento de residuos sólidos operada por la AMDC será contemplada, esto se hará solamente si la adquisición del terreno para el relleno y su operación no requieren de esfuerzos extremos por parte de la AMDC. Lo anterior se debe a dos causas principales:

- a) La fase tecnológica, en la actualidad, no ha alcanzado el nivel suficiente para operar y mantener una planta de incineración.
- b) En relación a la compostaje de residuo, no es probable que se logre la cooperación del público para la segregación de residuo orgánico en la fuente, además, la demanda adicional de composte parece ser muy pequeña.

a.2 Reciclaje

La AMDC promoverá actividades de reciclaje, alentando a la empresa privada a participar y a la vez, evitando una participación directa en la ejecución de las actividades de reciclaje. Esto se debe a que tanto el porcentaje del material reciclable contenido en los desechos, como el mercado para los productos reciclados son todavía muy limitados en el Distrito Central. Los propósitos del reciclaje en el Distrito Central serán los siguientes:

- a) Gradualmente redirigir el actual canal de reciclaje, que es principalmente realizado de manera informal, hacia canales más formales de efectuar esta tarea con el fin de eliminar los problemas actuales asociados con las actividades informales de reciclaje. Por ejemplo, en la actualidad, la presencia de recuperadores en el sitio de disposición estorba las operaciones de cobertura de suelo, además, la recuperación por parte de los trabajadores de la recolección reduce la eficiencia de la recolección misma, de una manera significativa.
- b) Aumentar la conciencia ciudadana sobre los residuos en general, y la importancia de la preservación ambiental a través de la promoción de las actividades de reciclaje.
- c) Cambiar el actual sistema de manejo de los residuos sólidos a uno más ambientalmente sostenible.

b. Programa del Plan Maestro

Programa	Descripción
Reciclaje comunal a través del método de contenedor Fase 1	Para el año 2004, la AMDC colocará 100 baldes para reciclaje en 50 sitios que son usualmente frecuentados por los residentes, por ejemplo, supermercados, parques, plazas, estaciones de buses, etc. La AMDC alentará al ciudadano a seleccionar y llevar sus materiales reciclables hacia estos recipientes. Esta medida está enfocada hacia residentes de áreas de ingresos altos y medios. Los materiales reciclables depositados en estos receptáculos serán recolectados por contratistas privados. La selección del contratista privado será realizada por medio de un proceso de licitación. Durante la licitación, el contratista ofertará para una licencia de operador y será requerido por la AMDC de ofrecer su precio más competitivo. El contratista realizará los trabajos de recolección y transporte, los que serán financiados por los ingresos derivados de la venta de los materiales reciclables.
Reciclaje comunal a través del método de contenedor Fase 2	Para el año 2008, para la segunda fase la AMDC colocará 200 receptáculos para reciclaje en 100 escuelas. La AMDC alentará a los ciudadanos a seleccionar y llevar sus materiales reciclables hacia estos recipientes. Esta medida está enfocada para residentes de medianos y bajos ingresos. Los residuos reciclables dispuestos en los contenedores serán recolectados por contratistas privados.
Establecimiento de una compañía que realice la selección	En el 2007, la AMDC, empresas privadas y la Asociación de Recuperadores crearán una compañía; y construirán, junto al nuevo sitio de disposición, un área de trabajo para realizar la selección que estará equipada con herramientas manuales. Esta compañía comenzará a operar, empleando los mismo recuperadores, en el año 2008.
La AMDC comienza la recolección seleccionada/separada	En el año 2008, la AMDC comenzará la recolección seleccionada/separada. Los ciudadanos serán requeridos de descargar los residuos reciclables de manera separada, y la AMDC los recolectará y transportará al área de trabajo operada por la compañía encargada de realizar la selección.
Prohibir la "recuperación" en el nuevo sitio de disposición final	En el año 2008, cuando la AMDC comience la operación del relleno en el nuevo sitio de disposición, se prohibirá la entrada a personas no autorizadas al sitio, con la excepción del personal de la AMDC.

7.3.5 Sistema de Barrido de Calles

a. Concepto Básico

Los trabajos actuales de barrido de calles son realizados principalmente en forma manual; se considera que será un método apropiado hasta el año 2010, debido a los bajos costos de mano de obra y las malas condiciones viales que impedirían la realización de una limpieza con equipo mecanizado. Por lo tanto, este sistema debería ser básicamente mantenido hasta el año 2010.

Sin embargo, los siguientes aspectos deben ser enfatizados, con el propósito de mejorar la eficiencia de los trabajos:

- a) Utilización económica de las micro-empresas.
- b) Prevenir que se arroje la basura en la ciudad.
- c) Mejorar los trabajos de transporte de residuos recolectados.
- d) Mejorar el sistema de supervisión de los trabajadores.

b. Programa del Plan Maestro

b.1 Utilización económica de las micro-empresas

Actualmente, el número de barrenderos para una cuadrilla es de siete barrenderos, cuyo número es el apropiado para un barrido de calles asignado en contrato.

b.2 Distribución apropiada de estaciones de recolección para residuos de barrido de calles

Se instalarán más basureros para reducir la carga de trabajo de los barrenderos y prevenir el espareamiento de los residuos.

b.3 Apropiada colocación de estaciones de recolección para residuos de barrido de calles

Para reducir la distancia de transporte de los residuos recolectados, se colocarán contenedores comunales en puntos de recolección, los cuales estarán ubicados unos cerca de otros. La distancia de transporte será mantenida a menos de 1 km.

b.4 Utilizar un nuevo tipo de carretilla para recolectar la basura

Un nuevo tipo de carretilla con una capacidad de transporte mayor será contemplada para mejorar la eficiencia del transporte.

b.5 Adquirir pequeñas oficinas de sitio en ubicaciones convenientes para las actividades de barrido de calles

La Unidad Ejecutora de MRS de la AMDC establecerá oficinas con suficiente espacio para el almacenamiento, en concordancia con el aumento del área de barrido. El lugar funcionará para almacenar carretillas, herramientas, etc., y para permitir la supervisión de los barrenderos por el capataz.

c. Frecuencia del Barrido

Clasificación de las Vías	Frecuencia de barrido
Vías comerciales y zonas de mercado	2 o 4 veces por día
Principales vías en la zona central	2 veces por día
Calles comerciales suburbanas	1 vez al día
Calles secundarias	3 veces/semana
Calles secundarias	Una vez a la semana
Vías principales (boulevares)	Una vez a la semana

d. Longitud del Barrido

Punto	Unidad: Km											
	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Longitud del barrido	180	180	180	190	190	190	200	210	220	230	240	250

e. Recursos Requeridos

Puntos	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Micro-empresas	36	36	36	38	38	38	40	42	44	46	48	50
Mano de obra												
Capataz	9	9	9	10	10	10	11	11	12	12	13	13
Barrendero	95	95	95	100	100	100	106	111	116	121	127	132
Equipo												
Carretilla	19	19	19	20	20	20	21	22	23	24	25	26
Pala	38	38	38	40	40	40	42	44	46	49	51	53
Escoba	95	95	95	100	100	100	106	111	116	121	127	132
Escobillón	28	28	28	30	30	30	32	33	35	36	38	40
Recogedor	19	19	19	20	20	20	21	22	23	24	25	26
Camión de 4 ton.			2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
Pequeña oficina de sitio	23	23	23	24	24	24	25	27	28	29	30	32

7.3.6 Sistema de Disposición Final

a. Concepto Básico

a.1 Sistema de disposición final existente

- 1) El nivel sanitario del sitio de disposición final será mejorado para minimizar cualquier impacto negativo en el ambiente.
- 2) Toda el área existente del sitio de disposición final será totalmente utilizada y su operación se continuará tanto tiempo como sea posible.
- 3) Los problemas causados por los recuperadores serán eliminados por medio de la introducción de un enfoque participativo.

a.2 Nuevo sitio de disposición final

- 1) Antes de la terminación del relleno del sitio de disposición final, alrededor del año 2007, será construido un nuevo sitio de disposición final, en una localidad que haya sido seleccionada como adecuada.
- 2) El nuevo sitio de disposición final tendrá instalaciones apropiadas de control ambiental para regular las emisiones al medio ambiente dentro de un nivel aceptable.

b. Programa del Plan Maestro

b.1 Capacidad requerida del sitio de disposición final

Año	Residuos recibidos	Cantidad de residuos acumulados	Residuos compactados (D=0.8)	Residuos compactados acumulados	Cobertura del suelo (15%)	Cobertura de suelo acumulado	Capacidad requerida
	Ton/año	Ton	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1998	128,958	128,958	161,198	161,198	24,180	24,180	185,377
1999	130,554	259,512	163,192	324,390	24,479	48,658	373,048
2000	139,434	398,946	174,293	498,683	26,144	74,802	573,485
2001	165,714	564,661	207,143	705,826	31,071	105,874	811,700
2002	177,079	741,740	221,349	927,175	33,202	139,076	1,066,251
2003	188,595	930,335	235,744	1,162,919	35,362	174,438	1,337,357
2004	219,330	1,149,665	274,162	1,437,081	41,124	215,562	1,652,643
2005	234,544	1,384,208	293,179	1,730,260	43,977	259,539	1,989,799
2006	249,659	1,633,867	312,074	2,042,334	46,811	306,350	2,348,684
2007	265,721	1,899,588	332,151	2,374,485	49,823	356,173	2,730,658
2008	303,225	2,202,813	379,031	2,753,517	56,855	413,027	3,166,544
2009	322,593	2,525,407	403,242	3,156,758	60,486	473,514	3,630,272
2010	343,665	2,869,071	429,581	3,586,339	64,437	537,951	4,124,290

b.2 Sitio de disposición final existente

En 1999, con la finalidad de mejorar el sitio de disposición final serán construidas las siguientes instalaciones: báscula para vehículos, sistema de recirculación de lixiviados, drenes para gases, zona verde de transición o amortiguamiento, garaje, etc.

b.3 Nuevo sitio de disposición

En el 2006, será construido el nuevo sitio. Este sitio será cuidadosamente seleccionado del área mostrada en la Figura 7-13 e incluirá las siguientes estructuras: cierre perimetral, sistema de drenaje, camino de acceso, zona de transición o

amortiguamiento, instalaciones para controlar el esparcimiento de la basura, oficina, báscula, garaje para equipo pesado, instalaciones de monitoreo, equipo de relleno, etc.

b.4 Planificación de recursos

Recursos	Unidad	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010
Sitio de disposición													
Existente	nos.	1	1	1	1	1	1	1					
Nuevo	nos.								1	1	1	1	1
Equipo													
Tractor de 210Hp	unidades	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	6	6
Cargad front. 150Hp	unidades	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Volquete, 6m3	unidades	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5
Camión cisterna	unidades	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Pickup	unidades	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mano de obra													
Administrador	personas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Asist. De admin.	personas	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Operador	personas	7	9	9	9	10	11	11	11	12	13	14	14
Opedor. de báscula	personas	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Trabajadores	personas	10	10	10	12	12	12	12	15	15	15	18	18
Guardia de seguridad	personas	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Alquiler													
Moto-niveladora	horas/año	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

b.5 Cronograma de adquisición del equipo

Equipo	1,999	2,000	2,001	2,002	2,003	2,004	2,005	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010
Tractor, 210Hp		3		1			1	3		1	1	
Cargad. front. 150Hp		1							1			
Volquete, 10 Ton		3			1			3	1			1
Cisterna		1							1			
Pickup		1							1			



Figura 7-13: Areas Protegidas