

### **3.4 Otros Estudios de Campo**

#### **3.4.1 Estudio de Contratistas Privados**

El sistema de MRSM en Managua es operado enteramente por ALMA. La Alcaldía tiene y opera todo el equipo, administra el personal y determina las tasas de residuos y fuentes de generación. Casi todas las industrias, constructoras, mataderos, comercios y viviendas transportan y disponen sus residuos directamente en Acahualinca algunas veces.

Antes de la elección del actual gobierno municipal, las actividades de MRS eran ejecutadas por un empresa municipal semiautónomica económica y administrativa-mente. El gobierno actual expresó su intención de privatizar el servicio. Debido a que la Alcaldía de Managua no tiene aun un plan concreto sobre como privatizarlo, el Equipo de Estudio preparó un plan adecuado de privatización del MRSM bajo la gestión de la Alcaldía. La privatización del MRSM se presenta en el Capítulo 7 y Sección I del Anexo.

#### **3.4.2 Estudio sobre Churequeros**

##### **a. Objetivos y Métodos**

Los objetivos de este estudio son:

- determinar el sistema y organización de los churequeros;
- determinar las condiciones actuales de trabajo y el entorno;
- determinar el papel actual de los churequeros en el MRS;
- prever el impacto social del Plan Maestro

Para alcanzar los objetivos, se ejecutaron los siguientes estudios:

- Encuesta a 30 churequeros en el sitio de disposición de Acahualinca
- Estudio de asistencia de churequeros durante tres días al sitio de disposición de Acahualinca y sus alrededores;
- Entrevista a las autoridades de la Alcaldía y del Ministerio de Salud

**b. Hallazgos**

Los resultados del estudio son presentados en la Sección E.2 del Anexo E. Los siguientes son hallazgos del estudio:

**ba. Papel Actual de los Churequeros en el MRSM**

Los churequeros del sitio de disposición de Acahualinca están contribuyendo de la siguiente manera:

- reducción de la cantidad de residuos sólidos dispuestos;
- recolección de diversos tipos de materiales reciclables; y
- suministro de botellas vacías a fabricantes locales para utilizarlas como recipientes, reduciendo la dependencia a la importación.

**bb. Sistema y Organización de los Churequeros**

No hay asociaciones con los trabajadores del sitio de disposición final. Los churequeros trabajan independientemente y a veces en grupos, en especial los jóvenes y las familias.

Las actividades de los churequeros en y/o alrededor del sitio de disposición no reciben ningún tipo de legislación, ordenanza o reglamentación por parte de la Alcaldía.

**bc. Actuales Condiciones de Trabajo y Entorno**

Casi todos los churequeros van al sitio sin protecciones adecuadas. Los residuos municipales dispuestos en Acahualinca son una mezcla de diferentes materiales, algunos de los cuales pueden ser dañinos para aquellos que entran en contacto directo con ellos. Estos desechos peligrosos pueden ser residuos hospitalarios, algunos industriales y excrementos humanos.

**bd. Impacto Social del Plan Maestro**

El número de churequeros trabajando en el Sitio de Disposición de Acahualinca está creciendo cada año. Actualmente, cerca de 250 churequeros se están dedicando a la segregación. Aproximadamente un 60% de ellos ha trabajado en el sitio de disposición por más de cinco años mientras que el restante 40% comenzó a trabajar dentro de los últimos cuatro años como consecuencia de la precaria situación económica nicaragüense y la falta de empleos.

Será muy difícil para ésta gente cambiar su forma de vida y encontrar nuevos trabajos. Además, la Alcaldía de Managua sufrirá serios problemas cuando prohíba el acceso al relleno. La sociedad de Managua también sufrirá las consecuencias si los churequeros pierden sus trabajos. Por consiguiente, la segregación debería tomarse en cuenta como una actividad que puede influenciar enormemente el sistema de MRS.

#### **be. Cantidad Reciclada a Través de los Churequeros**

La cantidad de materiales recuperables segregados y obtenidos del sitio de disposición fue estimado en casi 2.4 ton al día en base a los siguientes estudios:

- encuesta a churequeros
- estudio de cantidad de residuos dispuesta

#### **c. Medidas para la Mejora del Medio de Trabajo de los Churequeros**

Las siguientes condiciones adversas referentes a los trabajos de segregación fueron identificadas en el sitio:

- No hay medidas adecuadas de protección contra materiales peligrosos.
- Churequeros trabajan cerca de las topadoras y compactadores.
- Hay niños trabajando como churequeros.

A pesar de que mejorar el medio de trabajo de los churequeros, como se mencionó antes, es necesario desde el punto de vista del bienestar social y salud pública, éstas medidas de mejora deberían ser adoptadas básicamente por los mismos churequeros: establecer una asociación y adoptar dichas medidas de mejora como requerimiento. El papel de la Alcaldía debe ser el de apoyar sus esfuerzos a través de subsidios y planear medidas de mejora considerando su capacidad financiera. Asimismo, las actividades de segregación en el sitio de disposición final son indeseables y deberían ser eliminadas en el futuro para conseguir una operación de disposición adecuada en el Area de Estudio.

A pesar de que la segregación es un sector informal del MRSM, contribuye al reciclaje de materiales reutilizables (recuperación de recursos) y a la reducción de la cantidad dispuesta. Por otro lado, sus actividades en el sitio de disposición impiden una operación adecuada del relleno. Además, la eliminación de los churequeros del sitio de disposición puede causar un problema social por la pérdida de empleo.

Estos aspectos contradictorios deberían ser considerados para establecer medidas de mejora sobre el medio de trabajo de los churequeros. Considerando las limitaciones financieras de ALMA para la disposición final, éstas medidas deberán ser adoptadas de forma escalonada.

**Fase 1:** Establecimiento de un sistema de registro y control de churequeros en el sitio de disposición de Acahualinca para evitar la segregación por menores y mujeres embarazadas.

**Fase 2:** Separación del área de trabajo para segregación para evitar accidentes involucrando equipo de relleno y gente, y para mejorar la eficiencia de operación. La disposición separada de residuos peligrosos también deberá ser ejecutada.

**Fase 3:** Fomento de actividades de reciclaje fuera del relleno municipal (prohibición de la segregación en el relleno municipal)

Los trabajos de segregación no son deseables en cuanto a la eficiencia de operación del relleno y la seguridad y salud de los churequeros. Por consiguiente, para eliminar la segregación del relleno y mejorar el medio de trabajo, la Alcaldía debería tomar las siguientes medidas:

- establecer un sistema de segregación para materiales reciclables y no reciclables
- fomentar actividades de reciclaje fuera del relleno municipal para los churequeros, subsidiando la adquisición de carretones u otras herramientas para actividades de reciclaje
- establecer sitios para reciclaje

### **3.4.3 Estudio de Mercado para el Compost**

#### **a. Objetivos del Estudio**

El uso de materiales orgánicos como fertilizantes mejora las condiciones del suelo y forma un sistema ecológico bien equilibrado. El compostaje está siendo considerado desde dos ángulos; el tratamiento intermedio de residuos municipales y la reutilización de un componente orgánico de los residuos sólidos.

El mayor objetivo de un proyecto de compostaje es convertir grandes porciones de residuos sólidos en un material comerciable para la agricultura, e.g., condicionador del suelo y fertilizante. Por lo tanto, la comerciabilidad y demanda para el compost son los aspectos más importantes en la determinación de su viabilidad. Para determinar el tamaño del mercado para el compost, se ejecutó un estudio de mercado.

**b. Hallazgos**

**ba. Consumo de Fertilizantes Químicos**

Casi todos los agricultores utilizan fertilizantes para su producción agrícola. El consumo estimado de fertilizantes químicos está cerca de las 2,800 ton/día en el Area de Estudio.

**bb. Proyecto Piloto para Compostaje en Acahualinca**

Bajo la dirección de un experto Holandés, el proyecto piloto de compostaje comenzó en abril de 1993 en Acahualinca.

La producción es de aproximadamente 4.8 ton/mes y se tarda un promedio de 105 días para procesar el compost.

A partir de los datos del análisis químico, la calidad del compost producido en Acahualinca no es buena.

**bc. Proyecto Piloto para Compostaje en La Colonia América Central**

El sitio del proyecto piloto es de solo 0.18 ha. Con el apoyo financiero de la Municipalidad de Amsterdam, el proyecto piloto operó hasta marzo de 1994. Cinco personas comenzaron trabajando en el proyecto, pero solo quedaban dos en enero de 1995. El proyecto genera entre 1.35-2.25 tons al mes, requiriendo entre 80 y 90 días para procesar el compost a partir de los residuos orgánicos. El precio de venta al público del compost es de C\$30/45kg. Los obreros no cobran suficiente con un sueldo medio de C\$50/mes.

**bd. Futura Demanda para el Compost**

Cerca del 50% de los agricultores entrevistados no sabían que el compost puede ser producido a partir de residuos sólidos.

Todos los agricultores están interesados en el compost y pretenden utilizarlo si los resultados de laboratorio prueban su eficacia.

Sin embargo, el precio de venta es uno de los mayores problemas en la producción y marketing del compost.

### **c. Conclusiones**

En base al estudio, se puede asegurar que el mercado para el compost de RSM es muy limitado. No es, por lo tanto, recomendable introducir una planta de compostaje a gran escala como medida para reducir el volumen y recuperar recursos de los RSM. Las razones son las siguientes:

- Otros fertilizantes orgánicos derivados de excrementos animales son obtenidos fácilmente en la región.
- Debido a los altos costos de producción, sería necesario subsidiar el precio de venta para hacerlo competitivo en los mercados de fertilizantes.
- Altos costos de transporte y mano de obra para utilizar el compost.
- Menor reducción de volumen.
- Posible acumulación de metales pesados peligrosos en el suelo y contaminación ambiental secundaria en el caso de una recolección mixta.

El proyecto piloto de compostaje bajo la dirección del experto Holandés finalizó en marzo de 1994. Después de eso ALMA misma empezará un estudio de mercado para la operación de la planta de compostaje. ALMA decidirá si continua la operación de la planta.

### **d. Recomendaciones Generales del Estudio de Compost**

El compostaje es una medida eficaz para reducir el volumen y recuperar recursos de los RSM, además de que finalmente contribuye a extender la vida útil del sitio de disposición final.

Por consiguiente, a pesar de que el compostaje no es lucrativo en la actualidad, el experimento debería ser continuado para acumular los datos necesarios que permitan el compost a largo plazo.

### **3.4.4 Estudio sobre Reciclaje**

#### **a. Objetivos del Estudio**

El estudio fue ejecutado para:

- conocer el actual sistema de reciclaje
- determinar la cantidad actual de residuos reciclados
- determinar las tendencias recientes de actividades de reciclaje
- analizar el actual sistema de reciclaje
- obtener datos básicos para prever el impacto del Plan Maestro sobre el reciclaje y formular un plan de reciclaje adecuado

#### **b. Método del Estudio**

Para verificar el flujo de reciclaje en el área de estudio y conocer la cantidad de residuos, se ejecutaron estudios por entrevista a las siguientes instituciones y personas:

- Churequeros
- recolectores de residuos segregando materiales reciclables
- Intermediarios
- Recolectores puerta a puerta
- Fábricas utilizando recipientes retornables
- Fábricas comprando materiales reciclados

#### **c. Hallazgos**

##### **ca. Actual Sistema de Reciclaje**

##### **caa. Botellas**

La cantidad de botellas que son reutilizadas directamente sin cambiar su forma o función original se considera alta. El uso de botellas standard, como las botellas de gaseosa o cerveza, ha facilitado este nivel de reutilización. Además, el alto depósito por botella incentiva a los consumidores a devolverlas.

No hay fábricas de vidrio en el país y la demanda es alta. La importación es cara y el reciclaje ayuda a generar empleos y reduce la presión sobre el tipo de cambio.

Asimismo, varias botellas sin depósito son también reutilizadas como recipientes de productos locales tales como miel, salsa de tomate, mostaza, etc.

#### **cab. Papel y Cartón**

No hay intermediarios en el reciclaje de papel y cartón. Los Churequeros en el relleno segregan papel en pequeñas cantidades y lo venden para usos domésticos. Las fábricas de papel y empresas relacionadas compran el material directamente a la fuente de generación, e.g., oficinas y tiendas, antes de que éste sea contaminado o degradado.

#### **cac. Metales Incluyendo Hierro**

La mayoría de los metales, incluyendo hierro reciclado, son exportados a otros países Centroamericanos y a los Estados Unidos. Dos intermediarios del reciclaje ubicados en la carretera al aeropuerto Augusto César Sandino dicen exportar 60 y 68 toneladas de material al respectivamente. Otro intermediario ubicado en el relleno de Acahualinca dice que exporta 150 toneladas de materiales mixtos al mes.

#### **cad. Aluminio**

El precio del aluminio sólidos es bastante alto, por lo que es bien reciclado. Las latas de aluminio también son separadas y vendidas a 0.77 C\$/kg. (hay aproximadamente 55 latas por kg)

No hay fábricas de reciclaje de aluminio en Nicaragua, por lo que el material recolectado es enviado al extranjero para ser reciclado.

#### **caf. Plásticos**

Objetos y botellas de plástico son segregadas en el relleno, pero no se consiguió información alguna sobre el reciclaje de este material.

#### **cb. Cantidad de Residuos Reciclados**

La cantidad de residuos reciclados en el área de estudio se estima en 12.8 ton/día de acuerdo al estudio sobre reciclaje y churequeros.



#### **cc. Tendencias Recientes de la Actividades de Reciclaje**

A pesar de que no es nuevo, el reciclaje se está convirtiendo en una parte importante dentro del MRSM ya que comunidades, empresas e industria luchan contra el aumento de los costos y al mismo tiempo entienden el impacto ambiental de los residuos mal administrados.

El número de churequeros crece rápidamente debido al alto índice de crecimiento de población en el país. Esta gente vive en la pobreza (pocos ingresos, altos índices de analfabetismo y sin oportunidades de empleo) y con la segregación como único método de subsistencia.

La actual situación socioeconómica en Nicaragua fuerza a la gente a buscar formas de subsistir y el reciclaje es una forma de trabajar. En la formulación del Plan Maestro deben considerarse las diferentes opciones de reciclaje disponibles. El desarrollo de un programa de reciclaje requerirá una planificación estratégica, ya que la ejecución adecuada de éste programa puede popularizar las actividades de MRS entre los ciudadanos.

En muchas comunidades el reciclaje representa una nueva opción para el manejo de residuos con la que la gente no esta familiarizada. La alcaldía debe apelar al deseo de los ciudadanos de "hacer lo correcto", aparte de diseñar programas para facilitar el reciclaje y fomentar agresivamente planes y programas a todos los miembros de la comunidad.

La participación pública es uno de los factores principales que determinaría el éxito del programa.

#### **cd. Evaluación del Actual Sistema de Reciclaje**

El actual sistema de reciclaje funciona bien. Una gran cantidad de bienes reciclables son utilizados por fábricas como materia prima para la fabricación, a pesar de que una parte importante de los materiales reutilizables se usan repetidamente en su estado original. El sistema de recolección depende enormemente de los churequeros, especialmente debido a la ausencia de un sistema de separación en la fuente de generación. Debería introducirse la segregación en la fuente y recolección separada.

### **3.4.5 Estudio de Tiempo y Movimiento**

#### **a. Objetivos del Estudio**

La recolección de residuos sólidos requiere un intenso trabajo. Al mismo tiempo, su costo ocupa una gran parte de los costos totales del MRSM. Por consiguiente, las siguientes medidas son necesarias para mejorar la eficiencia de recolección:

- Máximo uso de la capacidad del camión
- Máximo uso de las horas de trabajo legales

Es necesario determinar con exactitud las condiciones actuales de la recolección de residuos y averiguar sus problemas para preparar un plan de mejora. Este estudio fue realizado con éstos objetivos en mente.

#### **b. Contenido del Estudio**

El estudio incluye:

- tiempo, distancia y peso de recolección y transporte
- tipo de basurero y contenedor utilizados
- eficiencia de trabajo de los trabajadores de recolección
- rutas de recolección
- nivel de cooperación del usuario en actividades de recolección de residuos
- nivel de servicio
- mantenimiento y condición del equipo

#### **c. Hallazgos**

##### **ca. Tiempo, Distancia y Peso de los Residuos**

##### **caa. Horas de Trabajo**

El Estudio de Tiempo y Movimiento (T&M) ejecutado del 16 al 21 de mayo de 1994, indica el tiempo de trabajo necesario por actividad realizada, lo cual se resume en el Cuadro 3.4.5a.

**Cuadro 3.4.5a Tiempo Necesario por Actividad en base al Estudio de Tiempo y Movimiento**

unidad : minutos

Tipo de Vehículo	Número de Viajes	Tiempo de Ciclo				Tiempo Total
		Recolección	Transporte	Descarga	Varios	
Compactador(14m3)	2	381(68.3)	86(15.4)	28(5.0)	63(11.3)	558(100)
Compactador(15.3m3)	2	289(57.2)	107(21.2)	44(8.7)	65(12.9)	505(100)
Tractor Carreta	2	251(62.9)	62(15.5)	24(6.0)	62(15.5)	399(100)
Camión con accesorio p/ Vaciar Contenedores	2	115(31.3)	167(45.4)	37(10.1)	50(13.60)	368(100)
Camión p/Contenedores	3	31(10.1)	194(63.2)	32(10.4)	50(16.3)	307(100)
Cargador Frontal & Volquete	42	234(63.1)	88(23.7)	-	49(13.2)	371(100)

Nota: Las figuras en paréntesis muestran porcentaje de tiempo.

**cab. Distancia**

La distancia por trabajo se resume en el Cuadro 3.4.5b.

**Cuadro 3.4.5b Distancia en base al Estudio de Tiempo y Movimiento**

unidad:Km

Tipo de Vehículo	Distancia		
	Area de Recolección	Transporte	Total
Compactador(14m3)	25.6(45.8)	30.3(54.2)	55.9(100)
Compactador(15.3m3)	31.1(34.6)	58.8(65.4)	89.9(100)
Tractor con Carro	12.8(29.5)	30.6(70.5)	43.4(100)
Camión Vacía Contenedores	46.7(65.0)	25.1(35.0)	71.8(100)
Camión para Contenedores	0(0)	89.9(100)	89.9(100)
Cargador Frontal & Volquete	0(0)	24.5(100)	24.5(100)

**cac. Cantidad Recolectada**

La cantidad de residuos recolectados por los camiones fue pesada durante el estudio utilizando una báscula portátil de la Alcaldía. Sin embargo, los resultados no son fiables.

### **c. Tipo de Contenedor**

Los recipientes de desecho más comúnmente utilizados por los residentes de ingresos medios y bajos son sacos de nilón (cerca del 80% de los usuarios). Por otro lado, los residentes de ingresos altos utilizan bolsas de plástico y tambores metálicos. El trabajo de recolección de residuos y de devolución de los recipientes es muy duro para los recolectores.

Las grandes fuentes de generación, tales como mercados, hospitales, fábricas y áreas públicas, utilizan contenedores para desechar basuras. Hay dos tipos de contenedores: el de 0.83m<sup>3</sup> con tapa, recolectado por camiones recolectores tipo tornillo y el de 15m<sup>3</sup>, recolectado por camiones "roll-on roll-off". A pesar de que los contenedores estaban en buenas condiciones, muchos residuos estaban esparcidos alrededor del contenedor.

### **d. Punto de Descarga**

El sistema de recolección en la vereda predomina en las áreas residenciales.

Los contenedores utilizados en éste sistema son ubicados detrás de los mercados, hospitales, fábricas, oficinas, etc. Algunos puntos de descarga no son apropiados, reduciendo la eficiencia de recolección. Estos puntos son inadecuados debido a

- vehículos estacionados cerca de los contenedores
- no hay espacio para descargar los contenedores vacíos
- entrada cerrada

### **e. Eficiencia de Trabajo de los Trabajadores de Recolección y Nivel de Cooperación de los Usuarios**

Antes de comenzar los trabajos de recolección, los conductores y asistentes comprueban y limpian los vehículos brevemente por unos 20 minutos. Los vehículos son limpiados y llenados de combustible por otros trabajadores en el garage después de la recolección.

El trabajo de recolección generalmente dura seis horas, desde las 6 de la mañana hasta las 12 del mediodía. Excepto por breves descansos, los conductores y asistentes ejecutan los trabajos de recolección continuamente. Las actividades de recolección y actitud de los trabajadores son satisfactorias.

El trabajo involucrado en la recolección de residuos y devolución de recipientes vacíos es muy duro para los trabajadores. La segregación de materiales, e.g., botellas, latas, es realizada simultáneamente con el trabajo de recolección. Estos materiales reciclables son colocados en sacos en la parte trasera del vehículo. Estas actividades son efectuadas eficazmente y sin altercados, por lo que los trabajos normales de recolección no se ven afectados en ningún momento.

El sistema de recolección utilizando contenedores de 15m<sup>3</sup> de capacidad debería ser examinado en cuanto a la frecuencia de recolección y conveniencia de la capacidad de los contenedores.

### **3.4.6 Instalación y Operación de una Báscula Para Camiones**

#### **a. Instalación**

Para conocer la cantidad dispuesta en el actual sitio de disposición de Acahualinca, una báscula para camiones del tipo con células de carga fue instalada a la entrada del sitio de disposición.

#### **b. Desarrollo de Programas de Operación**

Hay cerca de 150 vehículos entrando al sitio de Acahualinca, con una intensidad que llega de 30 a 50 vehículos/hora en horas punta. El programa de operación de la báscula fue elaborado tomando estos números en consideración.

El propósito de instalar una báscula para camiones era averiguar la cantidad dispuesta por categoría de residuos. Los desechos transportados y dispuestos en Acahualinca fueron clasificados y presentados en el Cuadro E.6.2a del Anexo E.

#### **c. Hallazgos**

Los hallazgos de 4 meses (agosto a noviembre 1994) de observación están resumidos a continuación:

**ca. General**

**caa. Sistema de Inspección de Vehículos Entrantes**

La báscula para camiones es eficaz y funciona bien desde su instalación. Además, durante cuatro meses de operación, la báscula registró un total de 1,081 vehículos. Puede afirmarse que gracias a este equipo el sistema de inspección de vehículos entrantes ha sido establecido.

**cab. Utilización de Datos Recolectados**

Para un buen manejo de residuos sólidos, los datos sobre disposición de residuos son muy importantes. Como tales datos por categoría de vehículos entrantes (ver Cuadro E.6.2a) puede ser resumida diaria, semanal, mensual y anualmente, pueden ser utilizados para una operación adecuada de los vehículos recolectores.

**cb. Número de Vehículos Entrantes**

**Cuadro 3.4.6a Características Sobresalientes de la Entrada de Vehículos**

Items	Unidad	Número	Fecha
Número máximo	unidades/día	269	24/10/1994
Número mínimo	unidades/día	0	5 días
Promedio	unidades/día	147	-
Número total por 4 meses	unidades	17,928	-
Máximo mensual	unidades/mes	4,623	Oct., 1994
Mínimo mensual	unidades/mes	4,291	Sep., 1994

**cc. Cantidad Dispuesta**

**Cuadro 3.4.6b Características Sobresalientes de la Cantidad de Residuos Entrantes**

Items	Unidad	Cantidad	Fecha
Cantidad Máxima Diaria de Residuos Entrantes	ton/día	1,390.2	24/10/94
Cantidad Mínima Diaria de Residuos Entrantes	ton/día	0	5 días
Cantidad Media Diaria de Residuos Entrantes	ton/día	665.9	_____
Cantidad Total de Residuos Entrantes por 4 Meses	ton	81,212.2	_____
Cantidad Máxima Mensual de Residuos Entrantes	ton/mes	22,081.4	Oct., 1994
Cantidad Mínima Mensual de Residuos Entrantes	ton/mes	18,337.6	Ago., 1994

**cd. Examen de la Ruta de Recolección**

Los servicios de recolección de la Oficina de Limpieza Pública tienen 86 rutas de recolección. Utilizando los resultados del programa de operación, es posible examinar la efectividad de trabajo de cada ruta.

El examen de las rutas de recolección debería considerar las condiciones de la ruta asignada a cada vehículo y el tiempo requerido por viaje además de la cantidad recolectada.

**ce. RSI (Residuos Sólidos Industriales)**

Las características sobresalientes de los RSI son las siguientes:

**Cuadro 3.4.6c Características Sobresalientes de los RSI**

Items	Unidades	Cantidad	Observaciones
Cantidad Máxima Diaria de Residuos Entrantes	ton/día	60.0	16/08/94
Cantidad Media Diaria de Residuos Entrantes	ton/día	14.1	—————
Cantidad Total de Residuos Entrantes por 4 Meses	ton	1713.6	—————
Parte de los RSI en la Cantidad Total de Residuos Entrantes	%	2.4	Disp. total 71,213ton
Cantidad Máxima Mensual de Residuos Entrantes	ton/mes	461.3	Ago.,1994
Cantidad Mínima Mensual de Residuos Entrantes	ton/mes	382.6	Sep.,1994

El promedio de RSI transportados al sitio de disposición de Acahualinca suma 14.1 ton/día.

De éstas 14.1 ton de RSI, 8.9 ton (código N° 200) fueron recolectadas por la Alcaldía, mientras que 5.2 ton (códigos N° 210 - 218) fueron transportadas directamente por el sector privado.

De acuerdo a los códigos de clasificación por tipo de residuos, entre los RSI los alimenticios predominaban, con un promedio de 1.5 ton diarias o 37% del total de RSI transportados. Los residuos de construcción eran los siguientes con 1.3 ton diarias o 25% del total.

### **3.4.7 Estudio de Cantidad de Residuos Dispuesta**

El número de vehículos entrando al sitio de disposición de Acahualinca fue registrado durante 7 días, del 14 al 20 de mayo de 1994, para aclarar lo siguiente:

- Clasificación correcta de residuos entrantes en la actualidad antes de instalar la báscula para camiones.
- Cantidad actual de residuos dispuesta.
- Cantidad y tipos de residuos industriales y médicos dispuestos.

El volumen de residuos dispuestos fue averiguado a partir del número medido de vehículos entrantes y convertido a peso como se ilustra en el Cuadro E.7.1a del Anexo E.

### **3.4.8 Operación y Mantenimiento de Equipo**

El actual servicio de operación y mantenimiento del equipo y vehículos para el MRSM fue estudiado y presentado en la Sección E.8 del Anexo E. El informe contiene lo siguiente:

- Operación y mantenimiento en la Alcaldía
- Comentarios sobre problemas en la jornada diaria de operación y mantenimiento de equipo
- Especificaciones de los vehículos recolectores
- Representantes y concesionarios con piezas de repuesto
- Inventario de vehículos y equipo en diciembre de 1994



# ***CAPITULO 4***

---

## ***ACTUAL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES***



## **CAPITULO 4 ACTUAL MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPALES**

*Este Capítulo describe la evaluación del actual MRSM.*

### **4.1 Flujo de Residuos**

#### **4.1.1 Concepto de Flujo de Residuos**

El flujo de residuos en el Area de Estudio es formulado basándose en los siguientes estudios:

- WACS (Estudio de Cantidad y Composición de Residuos)
- POS (Estudio de Opinión Pública)
- DWAS (Estudio de Cantidad Dispuesta en el sitio de Acahualinca)
- Cantidad dispuesta de acuerdo a la báscula para camiones del sitio de Acahualinca de agosto a noviembre de 1994.

El concepto de flujo de residuos es ilustrado y presentado en la Figura 4.1.1a. Los residuos sólidos de cada fuente de generación son clasificados en tres categorías; residuos reciclados, desechados y de disposición propia. Los residuos descargados son divididos entre los recolectados por el servicio de recolección y los arrojados ilegalmente. Los residuos recolectados son transportados al sitio de disposición donde materiales reciclables son recogidos por los recolectores y churequeros. Los residuos dispuestos en el sitio de disposición no son solo aquellos recolectados por la Alcaldía, también los transportados directamente por fábricas, etc.

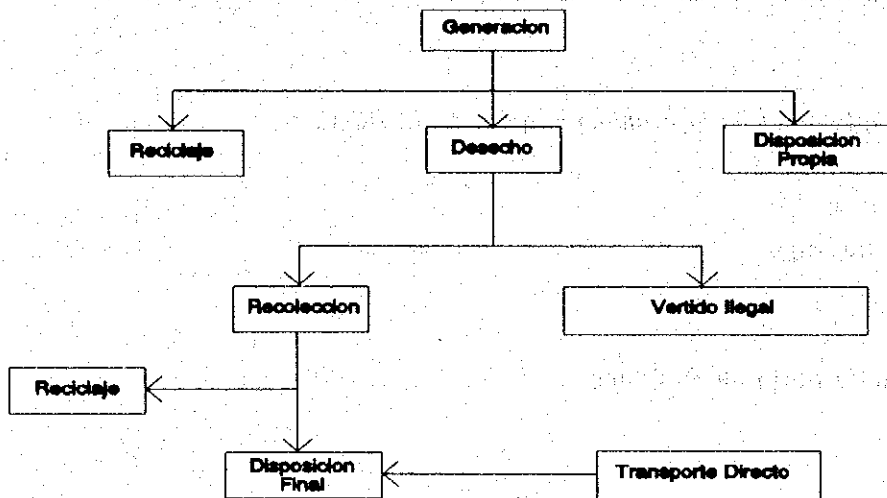


Figura 4.1.1a Concepto de Flujo de Residuos

## 4.1.2 Flujo de Residuos

### a. Fuentes de Generación

Las fuentes de generación en el Área de Estudio son clasificadas como sigue:

- Residencias(Residuos Residenciales)
- Restaurantes(Residuos Comerciales)
- Otros Comercios(Residuos Comerciales)
- Mercados(Residuos de Mercado)
- Oficinas(Residuos Institucionales)
- Hospitales(Residuos Hospitalarios)
- Calles(Residuos de Barrido de Calles)
- Parques y Areas Verdes(Residuos de Parques y Areas Verdes)
- Fábricas(Residuos Industriales)

La Alcaldía recoge una cantidad limitada de residuos industriales.

## b. Flujo de Residuos

El flujo de residuos de la Alcaldía en el año 1994 fue estimado en base a las condiciones descritas abajo y es presentado en el Cuadro 4.1.2c y la Figura 4.2.1a.

### ba. Condiciones de la Estimación

#### baa. Generación

La cantidad de residuos generada es averiguada por la siguiente formula:

$$GA = WGR \times UN$$

GA : Cantidad generada (ton/día)  
WGR : Indice de generación de residuos (g/unidad)  
UN : Número de unidades

Cuadro 4.1.2a Índice de Generación de Residuos

	Unidad	1994
Domicilios	g/persona/día	664
Comercios	g/comercio/día	999
Restaurantes	g/comercio/día	13,828
Mercados	g/tienda/día	3,875
Institucionales	g/empleador/día	61
Barrido de Calles	g/km/día	49,850
Hospitales	g/cama/día	2,897
Parques y Areas Verdes	g/ha/día	83,800

Cuadro 4.1.2b Número de Unidades

Fuente de Generación		Unidad	Número de Unidades
Area Residencial		persona	834,427
Area Comercial	Restaurantes	comercios	1,838
	Otros comercios	comercios	393
Mercados		tiendas	6,712
Instituciones		empleados	38,029
Hospitales		camas	2,175
Calles		Km	331.0
Parques y Areas Verdes		ha	16.7

### **bab. Reciclaje en la Fuente**

El índice de reciclaje de desperdicios de comida es estimado en 20g/persona/día en base a los resultados del POS. La cantidad reciclada es calculada por la siguiente formula.

$$SRA = 20(\text{g/persona/día}) \times NP \times 10^{-6}$$

SRA : Cantidad reciclada en la fuente (ton/día)

NP : Población

### **bac. Disposición Propia**

#### **i. Area con servicio de recolección**

Basándose en el estudio antes mencionado, la cantidad dispuesta propiamente es estimada en 95g/persona/día. La disposición propia es calculada por la siguiente formula.

$$SA = 95(\text{g/persona/día}) \times NP \times CCR \times 10^{-6}$$

SA : Cantidad dispuesta propiamente(ton/día)

NP : Población

CCR : Indice de cobertura de recolección (%)

#### **ii. Area sin servicio de recolección**

La disposición propia en las areas no servidas es derivada de la siguiente formula:

$$SA_{(sin)} = (HGA - SRA) \times (1 - CCR/100)$$

$SA_{(sin)}$  : Disposición propia en áreas sin servicio(ton/día)

HGA : Cantidad residencial generada(ton/día)

### **bad. Descarga y Recolección**

La cantidad de residuos desechados(cantidad recolectada) es obtenida por la siguiente formula:

$$DA(CA) = GA - SRA - SA - SA_{(sin)}$$

DA(CA) : Cantidad desechada(cantidad recolectada)(ton/día)

**bae. Reciclaje fuera de la fuentes**

Basándose en los estudios sobre reciclaje y churequeros realizados por el Equipo de Estudio, la cantidad reciclada fuera de las fuentes es estimada en 12.8ton/día.

**baf. Transporte Directo**

Basándose en los datos obtenidos por la báscula del sitio de Acahualinca, la cantidad de residuos transportados directamente es de 41.7ton/día.

**bag. Disposición Final**

La cantidad final dispuesta es calculada por la siguiente formula. La cantidad dispuesta se calcula con los datos obtenidos en el sitio de Acahualinca.

$$FDA = DA - RA + DHA$$

- FDA : Cantidad final dispuesta(ton/día)
- DA : Cantidad dispuesta de acuerdo a la báscula(ton/día)
- RA : Cantidad reciclada fuera de las fuentes(ton/día)
- DHA : Cantidad transportada directamente(ton/día)

Cuadro 4.1.2c Actual Flujo de Residuos en el Area de Estudio

(Unidad:ton/día)

Tipo de Residuos		Generación	Reciclaje en la Fuente	Disposición Propia	Descarga (Recolección)	Reciclaje	Transporte Directo	Disposición Final
RSM	Domiciliarios	554.1	16.7	185.2	352.2	-	-	352.2
	Comerciales (Restaurantes)	25.4	0.0	0.0	25.4	-	-	25.4
	Comerciales (Otros)	0.4	0.0	0.0	0.4	-	-	0.4
	Mercados	26.0	0.0	0.0	26.0	-	-	26.0
	Institucionales	2.3	0.0	0.0	2.3	-	-	2.3
	Hospitalarios	6.3	0.0	0.0	6.3	-	-	6.3
	Barrido de Calles	16.5	0.0	0.0	16.5	-	-	16.5
	Parques y Areas Verdes	1.4	0.0	0.0	1.4	-	-	1.4
	RSM Transportados Directamente	36.6	0.0	0.0	0.0	-	-	36.6
	RSM Totales	669.0	16.7	185.2	430.5	-	-	467.1
RSI	Industriales Recolectados	8.9	0.0	0.0	8.9	-	-	8.9
	Residuos de RIDS	188.0	0.0	0.0	188.0	-	-	188.0
	RSI Transportados Directamente	5.1	0.0	0.0	0.0	-	-	5.1
	RSI Totales	202.0	0.0	0.0	196.9	-	-	202.0
	Total	871.0	16.7	185.2	627.4	-	-	663

Nota :La cantidad de residuos industriales recolectados es limitada a los recolectados por la Alcaldía.

:RIDS(Vertederos Ilegales Registrados)



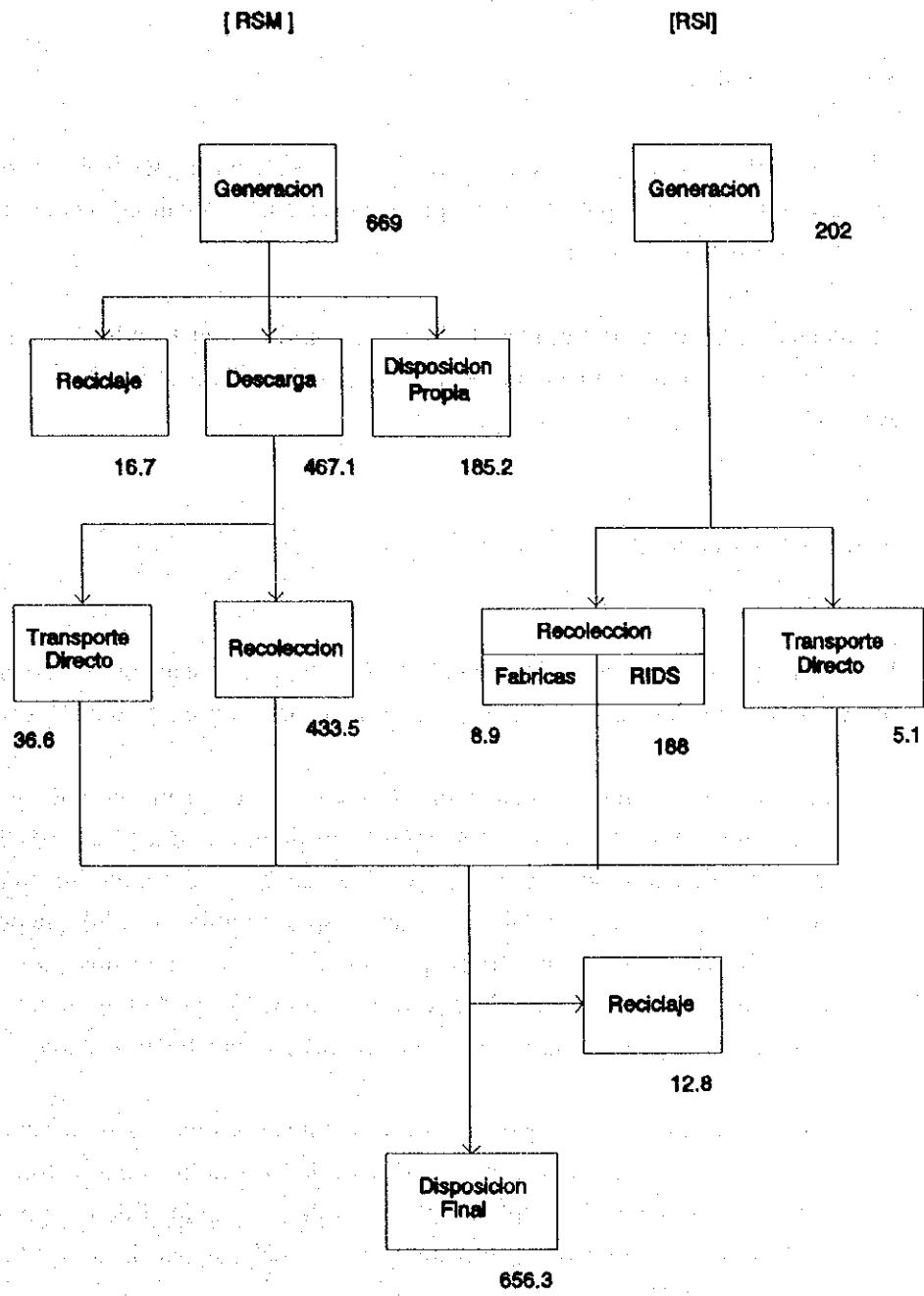


Figura 4.1.2a Actual Flujo de Residuos en el Area de Estudio (ton/día)

## **4.2 Actual MRSM**

### **4.2.1 Sistema Técnico**

El Equipo de Estudio pudo determinar el actual sistema de MRSM basándose en los resultados de los estudios de campo, encuestas a la Alcaldía, reconocimientos de campo y datos existentes.

El sistema técnico en febrero de 1994 es resumido en el Cuadro 4.4.1a de este capítulo. El sistema está detallado en los Cuadros F.2.1a, F.2.2a y F.2.5a del Anexo F.2.

### **4.2.2 Sistema Institucional**

Una descripción detallada del actual sistema institucional de la Alcaldía es presentado en el Anexo F.3. A continuación se presenta un resumen del mismo.

- a) El amontonamiento y recolección de desechos de barrido no son ejecutados por la misma dirección, i.e., las actividades de limpieza las lleva la Dirección de Coordinación de Distritos (DCO) mientras que las de recolección y disposición las realiza la Dirección de Limpieza Pública (PCO) que pertenece a la Dirección de Obras Municipales (MWSHO). La recolección, en esta situación, es muy difícil de coordinar, agravada por el gran número de vertederos ilegales, registrados o no, repartidos por toda la ciudad.
- b) El financiamiento del MRSM está afrontando una crisis desde que el Gobierno Nacional suprimió el cobro de la tasa de residuos a través de la factura de la luz y del teléfono. Hoy en día, la cantidad de dinero cobrado y el número de unidades que pagan a través del sistema de cobro directo no alcanza el 20% de los costos.
- c) El mantenimiento de los vehículos y equipo del servicio de limpieza son realizados por la Dirección de Mantenimiento y recuperación de Equipo (MREO), de la MWSHO; MREO es independiente de PCO, lo cual es a menudo un problema para una administración eficaz, ya que las prioridades del taller no son siempre iguales a las de la oficina de manejo de residuos sólidos.

- d) La coordinación entre la Dirección de Protección Ambiental y la Dirección de Limpieza Pública es buen y deberá reforzarse en lo referente a la educación ambiental principalmente.
- e) Casi no existe coordinación entre las actividades de ALMA, el Ministerio de Salud y el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Deberá buscarse tal coordinación, principalmente para desarrollar un programa de control y aplicación de actividades referentes a los residuos sólidos y la higiene pública.
- f) Deberá introducirse un programa de capacitación para todos los niveles de personal, ya que pocos profesionales han tenido la oportunidad de asistir a cursos sobre temas de Residuos Sólidos.
- g) El control de los servicios de asistencia y de operaciones deberá ser analizado, ya que se rellenan muchos formularios y se recogen muchos datos pero raramente se hacen controles a través de evaluaciones de rendimiento.
- h) ALMA deberá decidir si lleva a cabo una privatización parcial o total de los servicios, de acuerdo a las políticas relevantes, y deberán ejecutarse estudios para averiguar su viabilidad.

#### **4.3 Revisión de Planes y Estudio Existentes**

Los siguientes son los planes y estudios existentes sobre MRS realizados en la Alcaldía de Managua, que fueron identificados por el Equipo de Estudio.

- "Evaluación de las Prácticas de Manejo de Residuos Sólidos en Managua" preparado por Frank Ohresorgen, Director de Programas para América Latina, International City/County Management Association (ICMA), Setiembre 1993.
- "Plan de Manejo de Residuos Sólidos para Managua", preparado por el Ing. Koen de Jong, Departamento de Ingeniería, Amsterdam, Marzo 1994.

Los informes arriba mencionados fueron revisados por el Equipo de Estudio, y temas, conclusiones y recomendaciones útiles fueron reflejadas en éste informe. En la Sección F.4 del Anexo F se presenta en más profundidad.

## **4.4 Evaluación del Actual MRSM**

### **4.4.1 Sistema Técnico**

La evaluación del actual manejo de residuos sólidos municipales en lo referente a los sistemas técnicos está resumida en el Cuadro 4.4.1a. A continuación pueden verse los principales temas y problemas identificados en el actual MRSM para hacer recomendaciones preliminares para la formulación de un Plan Maestro.

- Mejoramiento del método de descarga de residuos en el área B
- Expansión del área de recolección
- Fomento del sistema de recolección por contenedores para grandes fuentes de generación
- Mejoramiento de los trabajos de limpieza pública
- Consideración del sistema de compostaje y reciclaje
- Mejoramiento del actual taller de la Dirección de Limpieza Pública
- Mejoramiento de las condiciones sanitarias del actual relleno

#### **a. Mejoramiento del Método de Descarga de Residuos en el Area B**

El sistema de descarga en el área de recolección B debe ser mejorado por las siguientes razones:

- El paisaje local es arruinado por residuos esparcidos y amontonados
- Condiciones sanitarias
- Vertido ilegal de residuos, e.g., residuos industriales incluyendo materiales dañinos.

#### **b. Expansión del Area de Recolección**

Para extender el servicio de recolección a los asentamientos, debería estudiarse la introducción de sistemas de recolección adecuados a la estructura de los asentamientos, e.g., contenedores públicos o recolección por campana.

**c. Fomento del Sistema de Recolección por Contenedores para Grandes Fuentes de Generación**

El sistema de recolección por contenedores es adecuado para grandes fuentes de generación tales como comercios, hospitales, instituciones y fábricas, y como el sistema es eficaz y fiable debería continuarse. La capacidad de los contenedores, sin embargo, debería ser reconsiderada con el incremento del número de vehículos y contenedores.

**d. Mejoramiento de los Trabajos de Limpieza Pública**

El actual sistema de limpieza de parques y áreas verdes y barrido de calles es adecuado debido a los altos índices de desempleo por lo que debería ser continuado o ejecutado donde no lo sea.

La instalación de contenedores para almacenar residuos de barrido y parques y áreas verdes deberá examinarse para mejorar las condiciones sanitarias y embellecer el entorno. Además, para prevenir el arrojado ilegal, es apropiado instalar contenedores en áreas públicas como calles y parques aplicando al mismo tiempo leyes contra el arrojado ilegal.

**e. Consideración del Sistema de Compostaje y Reciclaje**

En la actualidad, pocos miembros del sector privado realizan todas las actividades de recolección en el Area de Estudio. Posiblemente esto se deba al reducido mercado para materiales reciclados/reutilizados y compost de RSM. Para introducir en el futuro instalaciones de reciclaje y/o compostaje, debería examinarse el mercado, la cooperación pública(separación de residuos), finanzas(MRSM) y facilidades de arranque.

**f. Mejoramiento del Actual Taller de la Dirección de Limpieza Pública**

Para establecer una utilización eficaz de los vehículos y equipo del MRSM, el actual taller de Los Cocos deberá mejorarse para prestar mantenimiento preventivo. Las reparaciones complejas y revisiones generales deberán realizarse en el taller central o por el sector privado.

**g. Mejoramiento de Condiciones Sanitarias del Actual Sitio de Disposición**

Para preservar el entorno natural, medidas apropiadas tales como definir los límites del lugar, cobertura regular de residuos y control estricto, deberán ser ejecutadas.

Cuadro 4.4.1a Evaluación del Actual Sistema Técnico

Items	Sistema Actual	Evaluación
<p>1. Descarga y Almacenaje</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Separación en la fuente</li> <li>- Recipiente de residuos</li> <li>- Punto de descarga</li> </ul>	<p>No establecido</p> <p>Saco de nilón usado normalmente en área residencial.</p> <p>contenedores de 15m<sup>3</sup> o 0.83m<sup>3</sup> utilizados para recolección comercios, mercados, hospitales, instituciones y fábricas.</p> <p>Frente premisas (área A).</p> <p>Descarga en vertedero ilegal registrado (área B).</p>	<p>Debería examinarse la descarga y almacenaje desde el punto de vista de mercado de materiales reciclables, cooperación pública y finanzas del MRSM.</p> <p>El sistema de separación en la fuente de residuos médicos infecciosos debe ser establecido.</p> <p>sacos de nilón son apropiados ya que son baratos, fáciles de manejar y reciclables.</p> <p>Debería examinarse el tamaño y capacidad de los contenedores.</p> <p>Los puntos de descarga para el área A son apropiados para actual sistema. La condición sanitaria de los vertederos ilegales registrados mejorará si se quitan los residuos derramados por los alrededores.</p>
<p>2. Recolección y Transporte</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura del servicio</li> <li>- Nivel de recolección                             <ul style="list-style-type: none"> <li>· Sistema</li> </ul> </li> <li>- Frecuencia</li> <li>- Eficacia recolección</li> </ul>	<p>La cobertura de servicio en áreas residenciales es 77.0% del área urbana.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Casi 100% del área A servida (66.7% área urbana).</li> <li>· Cerca 30.8% del área B servida (10.3% del área urbana).</li> </ul> <p>Sistema recolección en vereda en área A.</p> <p>Combinación de cargadores frontales y volquetes en área B área B.</p> <p>Sistema por contenedores en comercios, mercados, hospitales, instituciones y fábricas.</p> <p>Tres veces semana en casi toda área A.</p> <p>No hay frecuencia determinada en área B. Como la capacidad de los contenedores de 15m<sup>3</sup> es demasiado elevada para algunas facilidades, es difícil establecer frecuencia y ruta de recolección.</p> <p>Normalmente se trabaja 6 horas al día.</p>	<p>Los servicio de recolección deben cubrir toda el área urbana a través del sistema apropiado de recolección.</p> <p>El sistema de recolección en la vereda del área A es eficaz y por consiguiente apropiado.</p> <p>Deberá examinarse el sistema de recolección por contenedores y/o campana para el área B.</p> <p>El sistema de contenedores es eficaz y fiable en estas fuentes. Deberá mejorarse la capacidad reponiendo e incrementando el número de vehículos y contenedores.</p> <p>Deberá examinarse considerando aspectos sanitarios y costos de operación.</p> <p>La frecuencia y ruta de recolección del sistema de contenedores de 15m<sup>3</sup> con la báscula para camiones.</p> <p>Deberá examinarse utilizando la báscula para camiones.</p>
<p>3. Servicio Barrido Calles y Limpieza Parques y Áreas Verdes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Organización responsable</li> <li>- Sistema de limpieza</li> </ul>	<p>Barrido calles ... Dirección Coordinación Distrital (DCO).</p> <p>Limpieza parques y áreas verdes ... Dirección de Órnat(BHO)</p> <p>Manual</p>	<p>Actual sistema manual de barrido y limpieza es adecuado bajo altos índices de desempleo, por lo que debe extenderse y ejecutarse donde no lo sea.</p>

Items	Sistema Actual	Evaluación
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Punto de descarga</li> </ul>	<p>Descarga en vertederos ilegales registrados.</p>	<p>Instalación de contenedores para barrido de calles y limpieza de parques y áreas verdes deberá ser examinada para mejorar condiciones sanitarias y estéticas del área. Para eliminar el arrojito ilegal, la Alcaldía debería instalar contenedores públicos en el centro y aplicar leyes contra el arrojito ilegal de basuras.</p>
<p>4. Tratamiento Intermedio</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reciclaje</li> <li>- Compostaje</li> </ul>	<p>Casi todo el reciclaje realizado por el sector privado incluyendo churequeros en el sitio de Acahualinca, cuadrilla recolectora, intermediarios y compradores. Aproximadamente 13ton/día de materiales son reciclados en el Area de Estudio. Principalmente vidrio, hierro, aluminio, plástico, papel, cartón, etc.. Estos materiales son exportados a países vecinos ya que no hay mercado en Nicaragua</p> <p>La Alcaldía está ejecutando un proyecto piloto sobre el compostaje de residuos de mercado con una producción de 4.8ton/mes. La operación y control del proyecto piloto debe mejorar en calidad y cantidad. El uso del compost es limitado a árboles a los lados de la carretera.</p>	<p>Deberían examinarse los sistemas compostaje y reciclaje desde puntos de vista de mercado, cooperación para separar en la fuente, finanzas del MRSM y facilidades para el arranque.</p>
<p>5. Disposición Final</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perfil <ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicación</li> <li>Distancia</li> <li>Cantidad dispuesta</li> <li>Area de relleno</li> <li>Año de comienzo</li> <li>Horas de trabajo</li> <li>Método de relleno</li> <li>Número equipo relleno</li> <li>Número churequeros</li> <li>Número de personal</li> </ul> </li> <li>- Nivel de relleno</li> <li>- Condición sanitaria</li> </ul>	<p>Acahualinca</p> <p>Aproximadamente 10km desde la principal fuente de generación.</p> <p>Aproximadamente 2,000m<sup>3</sup>/día(sin compactar).</p> <p>Aproximadamente 40ha.</p> <p>1975</p> <p>12 hr/día</p> <p>Vertido semicontrolado</p> <p>Bulldozer: 2 unidades Compactador relleno: 4 unidades Camión cisterna: 2 unidades</p> <p>Aproximadamente 250 personas</p> <p>20 personas</p> <p>Residuos entrando al sitio de disposición son vertidos bajo el control de un supervisor, en base a su experiencia, sin tratamiento de agua y cobertura de residuos.</p> <p>Como el actual sitio de disposición se ha formado sin una planificación previa, sus límites no están bien definidos. Como los residuos son dispuestos sin cobertura, los ligeros son llevados por el viento. Churequeros viven en el sitio ilegalmente.</p>	<p>En base a la actual cantidad anual de residuos dispuestos en Acahualinca, aproximadamente 220,000 metros cúbicos, el actual sitio puede utilizarse cuatro o cinco años más.</p> <p>Esta situación actual desvaloriza los sitios adyacentes y empeora la situación sanitaria que debe mejorar.</p>
<p>5. O &amp; M de Equipo</p>	<p>En el taller Los Cocos, se ejecutan procedimientos de mantenimiento preventivo tales como lubricación y cambio de aceite.</p> <p>Mantenimientos y reparaciones complejos son ejecutados en el taller central junto a otra maquinaria municipal.</p>	<p>Para establecer un uso eficaz de vehículos y equipo para MRSM, deberá mejorarse el actual taller del Departamento de Limpieza Pública.</p>

#### 4.4.2 Sistema Institucional

El sistema institucional de las actividades de Manejo de Residuos Sólidos en la Alcaldía de Managua, como en la mayoría de países Latinoamericanos, fue fundado sin ninguna planificación o diseño específicos. El sistema evolucionó espontáneamente a partir de varias decisiones de funcionarios municipales sobre responsabilidades y poderes asignados a varios órganos y agencias municipales, y su interrelación.

El sistema institucional debería ser mejorado ya que han podido observarse diversas deficiencias, no solo desde el punto de vista organizativo sino también en su sistema de comunicación interna y relaciones administrativas con otros organismos municipales.

La capacidad del personal para el MRS también debe mejorar, ya que muchos trabajadores no tienen entreno formal o educación necesarios para realizar sus tareas.

Los hallazgos principales y las ideas preliminares y alternativas sobre como mejorar la situación actual se dan a continuación.

##### a. Hallazgos

El sistema administrativo y gerencial de servicios públicos en la Alcaldía de Managua ha sufrido una transformación completa en los últimos años como resultado de una reconstrucción política y económica después de la guerra civil.

Antes de la elección de la actual administración municipal, las actividades de MRS eran realizadas por una Empresa Municipal de estado semiautonómico económica y administrativamente. La creación de muchas empresas gubernamentales diferentes para administrar los servicios públicos tales como el MRS fue ideada por el Gobierno Sandinista para controlar el país y las municipalidades. Este sistema administrativo, sin embargo, fue desmantelado por el nuevo gobierno electo de Managua sobre la base de que el excesivo grado de independencia ejercitado por estas empresas públicas limita la autoridad del Alcalde.



Por consiguiente, la vieja empresa de MRS fue abolida y sus actividades divididas en varias instituciones municipales. La más importante de estas, la Dirección de Limpieza Pública (PCO) bajo la Dirección General de Obras y Servicios Municipales (MWSHO), está a cargo de las actividades de recolección y disposición de residuos.

La Administración Territorial de la Dirección de Coordinación Distrital (DCO), que está directamente bajo la oficina del Alcalde, comparte las responsabilidades de la DCO siendo responsable del barrido de calles.

Otras instituciones municipales que están indirectamente relacionadas con el MRS son la Dirección de Recaudación que es responsable del cobro de tasas, y la Dirección de Mantenimiento y Recuperación de Equipo que también está bajo la MWSHO y al mismo nivel administrativo que la PCO.

El flujo de dinero de la Alcaldía de Managua en 1993 es resumido en la Figura 4.2.2a, y está distintamente caracterizado por lo siguiente:

- (1) Los gastos totales de los servicios de limpieza absorben cerca del 8.8% del Presupuesto Municipal.
- (2) Los gastos de los servicios de limpieza, los cuales son supervisados por la PCO bajo la MWSHO, absorben el 51% de los gastos de ésta última. Los gastos de los trabajos de limpieza de calles que son realizados por la DCO casi igualan los de recolección.
- (3) Los impuestos distritales son las principales fuentes financieras de ALMA, donde las tasas de residuos solo constituyen un 3% de los ingresos totales.
- (4) El índice de residuos comerciales a domiciliarios es de 6:1, mientras que las tasas cargadas sobre los primeros es 4 veces mayor.

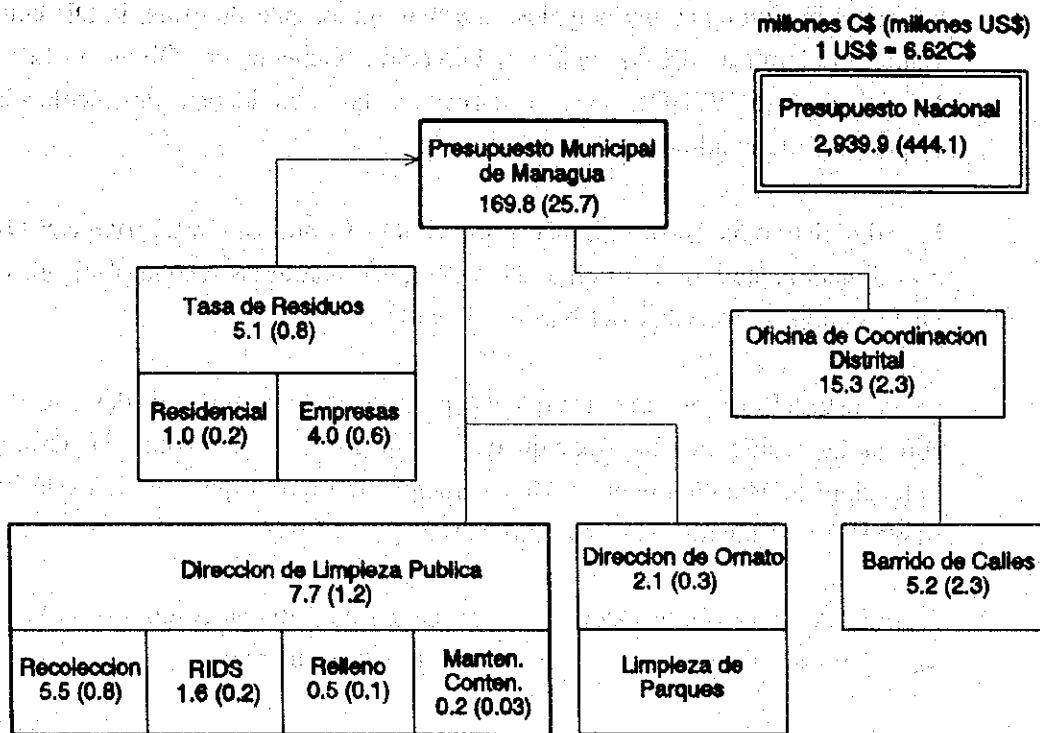


Figura 4.4.2a Flujo de Dinero del MRS en 1993

#### b. Medidas de Mejora

La medida institucional más importante es la reorganización de la estructura organizativa municipal para que todas las actividades relacionadas con el MRS estén bajo la Oficina de Limpieza Pública, especialmente aquellas actividades desarrolladas por la Coordinación Administrativa.

La reorganización mejorará la coordinación de la limpieza más a fondo a través de un uso eficaz de equipo y personal, principalmente para eliminar los RIDS.

A pesar de que los vehículos y equipo son mantenidos por otra institución municipal, la eficiencia de la flota parece no ser afectada. Esta se ve más afectada por problemas técnicos además de que la mayoría de equipo y vehículos (principalmente aquellos de origen soviético) no tienen piezas de repuesto.

En lo referente a las fuentes de financiación, la recaudación deberá mejorarse probablemente a través de la integración de las tasas con otros tributos municipales como el impuesto inmobiliario.

La tasa de recolección de residuos sólidos en la actualidad es recaudada a través de un solo sistema basándose en un catastro poco fiable y personal no calificado, lo cual conlleva ineficacia y pocos recursos financieros que contrastan con los gastos y la cantidad recaudable.

Las medidas de mejora específicas que deberán ser adoptadas son:

- (1) Aplicación del Cobro a Domicilios; Mejora del Registro Residencial; Incremento Gradual de las Tasas de Recolección.
- (2) Imparcialidad en el Cobro a Empresas; Cobro de Tasas a Grandes Empresas; Cambio a un Sistema Específico.
- (3) Introducción de una Tasa de Vertido en el Sitio de Disposición Final.

También deberán tomarse medidas para mejorar la administración dentro de la Dirección de Limpieza Pública y entre las diversas organizaciones municipales involucradas en las actividades de residuos sólidos.



# ***CAPITULO 5***

---

## ***SELECCION DE SITIOS DE DISPOSICION FINAL***



## CAPITULO 5 SELECCION DE SITIOS DE DISPOSICION FINAL

*Este capítulo describe el proceso de selección del sitio de disposición final para el Plan Maestro.*

### 5.1 Método de Selección de Sitios

#### 5.1.1 Diagrama del Flujo de Selección de Sitios

El diagrama del flujo de selección del sitio de disposición final puede verse en la Figura 5.1.1a.

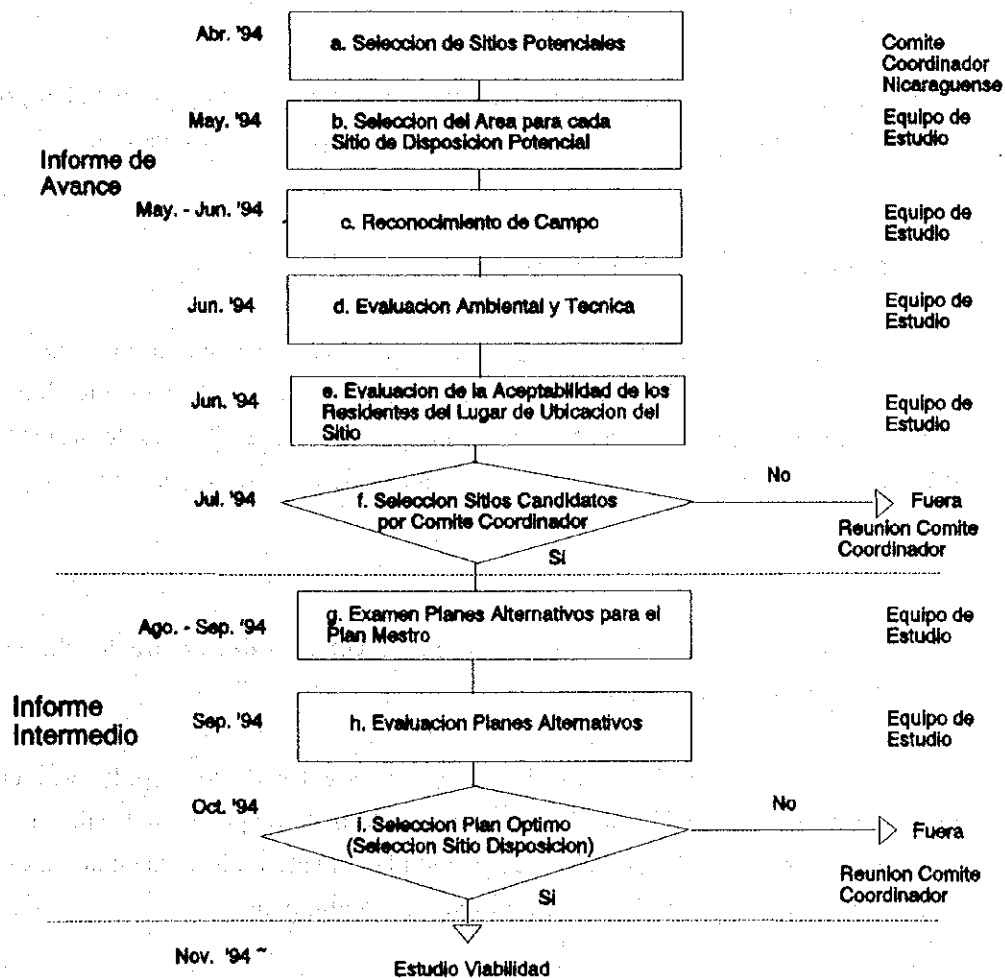


Figura 5.1.1a Flujo de Trabajo de Localización del Sitio de Disposición Final

## **5.1.2 Método de Selección**

### **a. Selección de Sitios Potenciales**

Seis sitios de disposición candidatos, incluyendo uno adyacente al actual sitio de Acahualinca, fueron seleccionados de entre 11 sitios por el Comité Coordinador Nicaragüense al comienzo del Estudio.

### **b. Definición del Area para cada Sitio Potencial**

El Equipo de Estudio y la contraparte nicaragüense definieron el área de cada sitio candidato utilizando un mapa topográfico de escala 1 a 10,000.

### **c. Reconocimiento de Campo**

El reconocimiento de campo fue ejecutado para todos los sitios potenciales por el Equipo de Estudio para recolectar datos para una posterior evaluación.

### **d. Evaluación Ambiental y Técnica**

Evaluaciones ambientales y técnicas fueron ejecutadas en todos los sitios potenciales. La evaluación ambiental está dividida en tres categorías; impacto social, contaminación ambiental e impacto en la naturaleza. En cuanto al punto de vista técnico, disponibilidad de terreno, material de cobertura, capacidad, etc. son evaluados.

### **e. Evaluación de la Aceptabilidad de los Residentes del Lugar de Ubicación del Sitios de Disposición**

Es necesario conseguir la aprobación de los residentes de los alrededores en lo referente a la construcción y operación de un sitio de disposición final, antes de adquirir el terreno. La evaluación fue ejecutada considerando la aceptación social y fue confirmada con el Comité Coordinador Nicaragüense.



**f. Selección de Sitios Candidatos por el Comité Coordinador en la Reunión del Informe de Avance (1)**

Es bastante importante estimar los costos generales del manejo de residuos sólidos, incluyendo costos de recolección y transporte, por sitio potencial. Sin embargo, como no es práctico estimar el costo para cada sitio potencial seleccionado en la reunión del Informe de Avance (1), la estimación de costos fue ejecutada en Japón y los resultados fueron incluidos en el Informe Intermedio.

**g. Examinación de Planes Alternativos para el Plan Maestro**

Hay dos planes alternativos para el plan maestro: un sistema de disposición centralizado y un sistema de disposición separado.

En un sistema de disposición centralizado, los residuos recogidos en el Area de Estudio son transportados a un sitio de disposición para reducir los costos de construcción, operación y mantenimiento. Por otro lado, el sistema de disposición separada reduce los costos de transporte ya que permite el transporte de los desechos recolectados en cada área al sitio de disposición más cercano.

**h. Evaluación de Planes Alternativos**

Los sistemas técnicos alternativos en el 2010 fueron evaluados desde los siguientes puntos de vista:

- Técnico
- Económico y financiero
- Ambiental
- Social

**i. Selección de un Plan Optimo (Selección del Sitio de Disposición)**

Los resultados de la evaluación de planes alternativos fueron incluidos en el Informe Intermedio entregado en octubre de 1994. En la reunión para el informe, el Comité Coordinador tomó una decisión final en cuanto a la selección del plan alternativo óptimo como sistema principal para el Plan Maestro de manejo de residuos sólidos municipales.

## **5.2 Selección de Sitios Potenciales**

### **5.2.1 Selección de Sitios Potenciales por el Comité Coordinador Nicaragüense**

El Comité Coordinador Nicaragüense seleccionó los siguientes seis sitios candidatos antes de la reunión del Informe Inicial. No se utilizaron criterios específicos para la selección.

- Acahualinca
- Santa Ana
- Cuajachillo
- San Judas
- Villa Fontana
- Esquipula

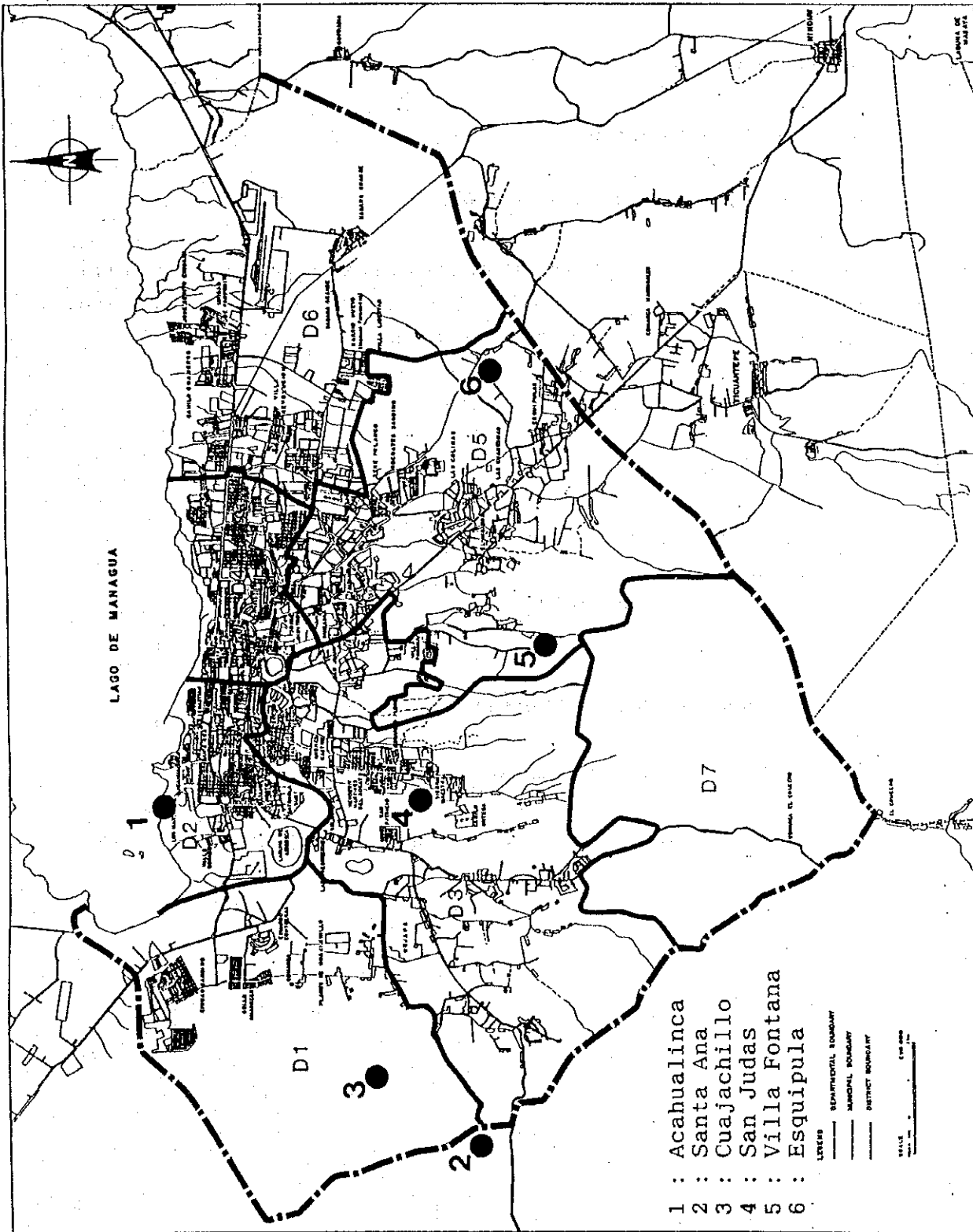
### **5.2.2 Examinación de Sitios Potenciales**

El Equipo de Estudio examinó el potencial de los sitios de disposición seleccionados por el Comité Coordinador Nicaragüense basándose en los siguientes criterios:

- Posibilidad de adquirir el terreno
- Posibilidad de obtener el consenso vecinal
- Compatibilidad con planes de desarrollo regionales
- Viabilidad económica
- Aceptabilidad ambiental

### **5.2.3 Reconocimiento de Campo**

El reconocimiento de campo fue realizado por el Equipo de Estudio para obtener suficientes datos para evaluar los seis sitios potenciales. La localización de cada sitio puede verse en la Figura 5.2.3a. Información general sobre los sitios puede verse en la Sección G.3 del Anexo G.



- 1 : Acahualinca
- 2 : Santa Ana
- 3 : Cuajachillo
- 4 : San Judas
- 5 : Villa Fontana
- 6 : Esquipula

LEVELS  
 MUNICIPAL BOUNDARY  
 DISTRICT BOUNDARY  
 SCALE  
 0 1000 2000

THE STUDY ON THE IMPROVEMENT OF THE SOLID WASTE  
 MANAGEMENT SYSTEM FOR THE CITY OF MANAGUA  
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Figura 5.2.3a  
 Mapa de Localización del Sitio Candidatos para Disposición

## **5.3 Evaluación Ambiental y Técnica**

### **5.3.1 Método de Evaluación**

#### **a. Método de Evaluación**

##### **aa. Elementos y Método de Evaluación**

Los sitios potenciales fueron evaluados evaluando su impacto sobre el entorno social, contaminación, naturaleza y aspectos técnicos basándose en los datos recogidos durante los reconocimientos de campo.

##### **ab. Datos Utilizados para la Evaluación**

Los siguientes datos fueron utilizados para la evaluación:

- Mapas topográficos (1:10,000)
- Mapa catastral
- Fotografías aéreas (1:40,000)

#### **b. Método de Evaluación Ambiental**

##### **ba. Elementos de la Evaluación Ambiental**

Los elementos utilizados para la evaluación ambiental se presentan en el Cuadro 5.3.1a.

**Cuadro 5.3.1a Aspectos e Indicadores de la Evaluación Ambiental**

Aspectos de Evaluación	Descripción	Indicadores
<b>1. Entorno Social</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Dispersión comunal</li> <li>. Traslado forzado</li> <li>. Instituciones religiosas</li> <li>. Facilidades públicas</li> <li>. Visibilidad del relleno</li> <li>. Futuro uso de suelo cerca del sitio</li> <li>. Compatibilidad con otras leyes</li> <li>. Compatibilidad con otros planes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Separación de una comunidad</li> <li>. Desconexión de una carretera comunal para transporte escolar y laboral</li> <li>. Impacto sobre el área residencial</li> <li>. Traslado de una iglesia o cementerio</li> <li>. Impacto sobre colegios u hospitales</li> <li>. Si está dentro de futura área urbana</li> <li>. Compatibilidad con el plan de uso de suelo</li> <li>. Otros planes de desarrollo en alrededores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Ubicación y área de comunidades</li> <li>. Ubicación y área de comunidades</li> <li>. Ubicación de iglesias y cementerios</li> <li>. Existencia de colegios y hospitales</li> <li>. Visibilidad desde carreteras comunales</li> <li>. Existencia de un mirador u observatorio</li> <li>. Existencia de paisajes bellos</li> <li>. Ubicación del sitio</li> <li>. Compatibilidad con la ley</li> <li>. Compatibilidad con otros planes</li> </ul>
<b>2. Contaminación Ambiental</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Contaminación por residuos</li> <li>. Olor</li> <li>. Ruido</li> <li>. Vibración</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Agua de río y agua subterránea</li> <li>. Agua potable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Existencia de un río</li> <li>. Existencia de un pozo</li> <li>. Ubicación y área de comunidades</li> <li>. Ubicación y área de comunidades</li> <li>. Ubicación y área de comunidades</li> </ul>
<b>3. Entorno Natural</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Colapso de la pendiente</li> <li>. Inundación</li> <li>. Flora</li> <li>. Fauna</li> <li>. Paisaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Colapso de la pendiente</li> <li>. Existencia de pendientes pronunciadas</li> <li>. Existencia de áreas erosionadas</li> <li>. Impacto sobre la flora existente</li> <li>. Cambio de la flora y uso de suelo</li> <li>. Cambio de uso de suelo del sitio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Condiciones topográficas actuales</li> <li>. Condiciones topográficas actuales</li> <li>. Existencia de bosques naturales</li> <li>. Existencia de bosques naturales</li> <li>. Actual uso de suelo</li> </ul>

**bb. Asignación de Puntos**

Los resultados fueron expresados a través de puntos asignados a cada aspecto de evaluación: 2 puntos al sitio de menor impacto sobre el medio ambiente, 1 punto al de impacto medio y 0 al de mayor impacto. La asignación standard de puntos puede verse en el Cuadro 5.3.1b.

Cuadro 5.3.1b Asignación Standard de Puntos para la Evaluación Ambiental

Indicadores de Evaluación	Puntos	Descripción
Compatibilidad con la ley	0	no compatible
	1	arreglándose
	2	compatible
Compatibilidad con otros planes	0	no compatible
	1	arreglándose
	2	compatible
Ubicación del sitio (A)	0	fuera del Área de Estudio
	1	ninguno
	2	dentro del Área de Estudio
Ubicación del sitio (B)	0	dentro del área urbanizada
	1	a menos de 400m del área urbanizada
	2	fuera del área urbanizada
Residencias cercanas	0	hay casas dentro del sitio o muchas casas en las cercanías
	1	hay algunas casas a menos de 400m del sitio
	2	no hay casas a menos de 400m del sitio
Iglesia	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Cementerio	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Escuela	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Facilidades Médicas	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Visibilidad desde carreteras	0	la mayoría del sitio puede verse desde la carretera comunal
	1	partes del sitio no pueden verse debido a árboles y edificios
	2	casi todo el sitio no puede verse desde la carretera comunal
Mirador u observatorio	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Paisajes bellos	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Río, cauce	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Pozo	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Terreno actual	0	pendiente pronunciada en el sitio
	1	pendiente suave cerca del sitio
	2	terreno llano en el sitio
Bosque natural	0	hay en el sitio
	1	hay a menos de 400m del sitio
	2	no hay a menos de 400m del sitio
Actual uso de suelo	0	tierra natural
	1	tierra cultivada
	2	yermo

**c. Método de la Evaluación Técnica**

**ca. Aspectos de la Evaluación Técnica**

Los aspectos estudiados para la evaluación técnica son los siguientes:

- Área total disponible para el sitio
- Disponibilidad de material de cobertura
- Accesibilidad de la ruta de transporte
- Costos de mejoramiento de carretera
- Costos de adquisición de terreno

**cb. Asignación de Puntos**

Los resultados fueron expresados por puntos asignados a cada aspecto de evaluación: 2 puntos al sitio de mejores condiciones, 1 al medio y 0 al de peores condiciones. La asignación de puntos puede verse en el Cuadro 5.3.1c.

**Cuadro 5.3.1c Asignación Standard de Puntos para la Evaluación Técnica**

Indicadores de Evaluación	Puntos	Descripción
Área total disponible para el sitio	0	$\leq 50$ ha
	1	$50 \text{ ha} < A \leq 100$ ha
	2	$> 150$ ha
Disponibilidad de material de cobertura	0	No disponible en el sitio
	2	Disponible en el sitio
Accesibilidad de la ruta de transporte	0	$\geq 15$ km
	1	$15 \text{ km} > L \geq 10$ km
	2	$< 10$ km
Costos de mejoramientos de la carretera	0	$> \text{***C\$}$
	1	$\text{***C\$} \geq V > 0 \text{ C\$}$
	2	$0 \text{ C\$}$
Costos de adquisición del terreno	0	$> \text{***C\$/ha}$
	1	$\text{***C\$/ha} \geq V > \text{***C\$/ha}$
	2	$\leq \text{***C\$/ha}$

### 5.3.2 Evaluación Global

Los resultados de la evaluación pueden verse en el Cuadro 5.3.2a.

Cuadro 5.3.2a Resultados de la Evaluación

	Entorno Social	Contaminación	Entorno Natural	Aspecto Técnico	Puntuación Total	Clasificación
Acahualíca	21	7	5	5	38	1
Santa Ana	21	4	3	5	33	2
Cuajachillo	14	5	3	4	26	5
San Judas	15	2	3	4	24	6
Villa Fontana	18	5	3	5	31	4
Esquipulas	14	6	9	3	32	3

### 5.3.3 Evaluación de la Aceptabilidad de la Ubicación del Sitio de Disposición por los Ciudadanos

Los sitios candidatos fueron seleccionados por ALMA en base a las posibilidades de adquirir el terreno como requerimiento prioritario.

Cuando el terreno es adquirido, la aceptación de los ciudadanos del lugar en el que se ubicará el sitio es absolutamente imprescindible y será evaluada.

Las opiniones de los ciudadanos de muchas partes del mundo se muestran abajo. Generalmente, éstas deberían ser tomadas en consideración cuando se intenta obtener la aprobación de los ciudadanos para el sitio de disposición seleccionado.

NIMBY	Not in my backyard(no en mi patio trasero)
NIMFE	Not in my frontyard either(tampoco en mi patio delantero)
PITTBY	Put it in their backyard(póngalo en su patio trasero)
NIMTOF	Not in my term of office(no durante mi mandato)
NIMEY	Not in my election year(no en año electoral)
LULU	Locally undesirable(indeseable en el lugar)
YIMBY/FAP	Yes, in my back yard, for a price(si, en mi patio trasero, por un precio)



La evaluación de sitios presentada en el Cuadro 5.3.2a es ejecutada estudiando el entorno social, contaminación medio ambiental, entorno natural y la parte técnica y de costos sin agregarle un peso específico a un aspecto en particular. Sin embargo, se le debería agregar peso a la evaluación social, suponiendo que se esperen protestas al sitio de disposición por parte de la gente. La puntuación y clasificación de los sitios de acuerdo a los resultados de la evaluación global pueden verse en el Cuadro 5.3.3a.

Cuadro 5.3.3a Puntuación y Clasificación de Sitios por la Evaluación Global

Clasificación	Nombre del Sitio	Puntuación
1	Acahualinca	38
2	Santa Ana	33
3	Esquipulas	32
4	Villa Fontana	30
5	Cuajachillo	26
6	San Judas	23

Basándose en la anterior evaluación, el Equipo de Estudio redujo el número de sitios candidatos a 3, para el estudio de alternativas a ser ejecutado en Japón:

1. Acahualinca
2. Santa Ana
3. Esquipulas



# ***CAPITULO 6***

---

## ***EVALUACION DE SISTEMAS TECNICOS ALTERNATIVOS***



## CAPITULO 6 EXAMEN DE SISTEMAS TECNICOS ALTERNATIVOS PARA

*Este capítulo describe el proceso de selección de los sistemas técnicos alternativos para el Plan Maestro de MRSM para la Alcaldía de Managua.*

### 6.1 Flujo de Trabajo de la Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos

#### 6.1.1 Diagrama del Flujo de Estudio del Examen de Sistemas Técnicos Alternativos

La examinación y selección del sistema técnico alternativo óptimo se dividieron en dos fases, es decir, Fase A para la examinación de componentes de los subsistemas técnicos y la Fase B para la selección de los sistemas técnicos alternativos óptimos para la Ciudad de Managua. El diagrama del flujo de estudio de estos trabajos puede verse en la Figura 6.1.1a.

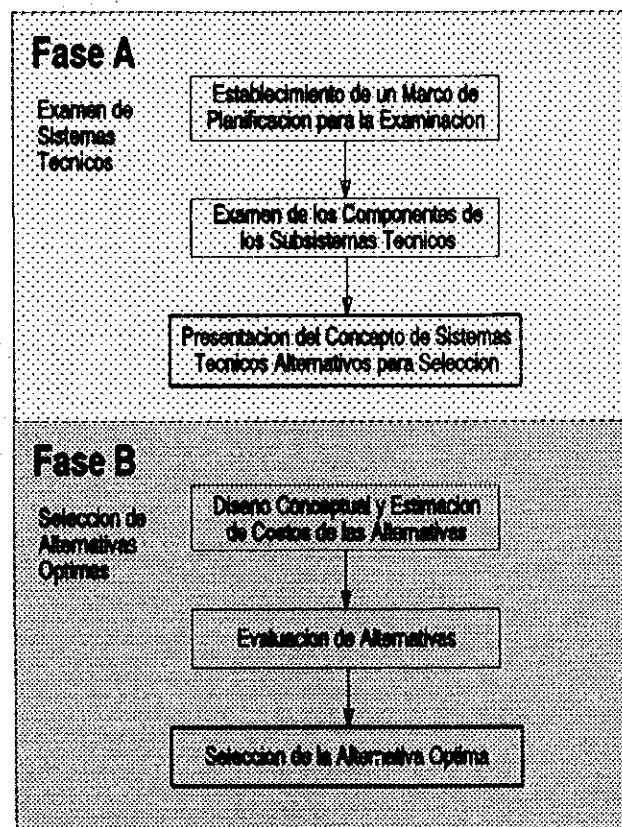


Figura 3.1.3a Flujo de la Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos

**a. Fase A : Evaluación de Componentes del Sistema Técnico**

**aa. Establecimiento de un marco de planificación para la evaluación**

El marco de planificación, i.e. año meta, futura población, previsión de cantidad y composición de residuos, futuras condiciones económicas y financieras, etc., fue establecido para los trabajos de evaluación.

**ab. Evaluación de Componentes de los Subsistemas Técnicos**

El sistema técnico de MRSM comprende diversos subsistemas, es decir, recolección y transporte, transferencia, procesamiento (tratamiento intermedio), etc. Cada subsistema técnico tiene varios componentes, como por ejemplo el tratamiento intermedio tiene varios componentes como la incineración, compostaje, RDF (combustible derivado de residuos), etc. Varios de éstos componentes fueron examinados y preseleccionados para la comparación de sistemas técnicos alternativos.

**Cuadro 6.1.1a Contenidos del Sistema Técnico e Institucional**

Contenidos del Sistema Técnico		Sistema Institucional
Subsistema Técnico	Componente del Subsistema Técnico	
Descarga y Almacenaje	a. Separación en la Fuente - Descarga mixta - Descarga separada	- Organización y Manejo  - Legislación y Aplicación
	b. Tipo Equipo Almacenaje - Bolsas/Sacos - Cubo - Contenedor público	
Recolección y Transporte	a. Frecuencia Recolección	- Finanzas (fuentes ingreso)  - Cooperación Pública
	b. Método Recolección - Recolección mixta - Recolección separada	
	c. Sistema Recolección - En la vereda - Puerta a puerta - Campana - Contenedor público	
	d. Tiempo Recolección - Diurna - Nocturna	
	e. Vehículo Recolector - Compactador - Para contenedores - Camión Standard	
	f. Sistema de Transporte - Vehículo motor - Tren - Transporte fluvial	
	g. Estación Transferencia	
Barrido de Calles y Limpieza de Parques y Areas Verdes	a. Método de Limpieza - Barrido manual - Limpieza mecánica - Aspiración - Aspersión	
Tratamiento Intermedio	a. Incineración b. Compostaje c. Fuel Derivado Residuos (RDF) d. Pirólisis e. Solidificación Cenizas f. Reducción Tamaño g. Separación	
Disposición Final	a. Ubicación Sitio - Disposición centralizada - Disposición separada	
	b. Método RS Nivel 1: Vertido controlado Nivel 2: RS c/ cobertura diaria Nivel 3: RS c/ circulación lixiv. Nivel 4: RS c/ tratamiento lixiv.	

Nota: RS = Relleno Sanitario

**ac. Presentación de Sistemas Técnicos Alternativos**

Después de examinar cada subsistema, un sistema técnico alternativo consistente en una combinación de subsistemas seleccionados fue presentado.

**b. Fase B : Selección de la Alternativa Óptima para el Plan Maestro**

**ba. Diseño preliminar y estimación de costos de sistemas técnicos alternativos**

El diseño preliminar y estimación de costos fueron realizados para cada sistema técnico alternativo basándose en los componentes seleccionados de los subsistemas.

**bb. Evaluación de Alternativas**

Un sistema técnico óptimo fue seleccionado a través de la evaluación de los aspectos presentados en el Cuadro 6.1.1b.

Cuadro 6.1.1b Aspectos para la Evaluación del Sistema Técnico

No.	Aspectos para la Evaluación
i.	Punto de vista técnico
ii.	Puntos de vista económicos y financieros
iii.	Puntos de vista de facilidades de transacción
iv.	Puntos de vista medio ambientales
v.	Evaluación global

El método del menor costo fue utilizado para la evaluación económica de los sistemas técnicos alternativos, ya que la aplicabilidad en lo que respecta a los temas financieros puede tener más peso que otros aspectos. Este método era aceptable siempre y cuando cada alternativa técnica garantice cierto nivel de mejoramiento ambiental.

Sin embargo, la aprobación de la alternativa óptima estaba sujeta a la aprobación por la parte Nicaragüense durante la reunión del IT/R(Informe Intermedio). Al mismo tiempo se celebró una discusión sobre los aspectos ambientales, técnicos y sociales de la alternativa técnica.

**bc. Selección de los Sistemas Técnicos Alternativos Óptimos (Evaluación Global de los Sistemas Técnicos Alternativos)**

Como resultado de la evaluación global de los sistemas técnicos alternativos, y las



políticas establecidas durante la reunión del IT/R, el sistema técnico alternativo óptimo para el plan maestro de MRSM fue seleccionado.

## 6.2 Marcos de Planificación para la Evaluación

### 6.2.1 Año Meta y Población

#### a. Año Meta

El plan maestro cubrirá el período desde 1995 al 2010. Los años meta de acuerdo a la categoría de plan se muestran en el Cuadro 6.2.1a.

Cuadro 6.2.1a Año Meta

Categoría del Plan	Año Meta
Plan Maestro	1995 - 2010
Plan de Mejora a Medio Plazo	2001 - 2010
Plan de Mejora a Corto Plazo para el E/V	1997 - 2000
Plan de Mejora Inmediata	Presente - 1996

#### b. Metas

Las metas para la evaluación son fijadas y tabuladas en el Cuadro 6.2.1b.

Cuadro 6.2.1b Metas de los Servicios de Recolección, Barrido de Calles, Limpieza de Areas Públicas y Disposición Final

	Unidad	1995	2000	2010
1. Población (Area Urbana)	Habitantes	877,817	1,131,052	1,610,943
2. Cobertura de Recolección	% (habitantes)	77.0 (659,919)	90.0 (1,017,947)	100.0 (1,610,943)
Area de Recolección A	% (habitantes)	66.7 (585,504)	66.7 (754,412)	66.7 (1,074,449)
Area de Recolección B	% (habitantes)	10.3 (90,415)	23.3 (263,535)	33.3 (563,444)
3. Distancia de Barrido	km	331	350	350
4. Limpieza de Area Pública (Parques & Areas Verdes)	ha	16.7	45	45
5. Nivel de Relleno Sanitario	-	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 4

**c. Previsiones de Población para el Area de Estudio**

La futura población urbana por distritos es proyectada en el Cuadro 6.2.1c.

Para la proyección de población, se asumió un crecimiento de población del 5.2% desde 1995 al 2000 y 3.6% para el período 2000-2010.

**Cuadro 6.2.1c Proyecciones de Población por Distrito para los Años Meta**

Distrito	1995		2000		2010	
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Urbano
D1	97,720	66,861	125,911	86,149	179,333	122,701
D2	141,700	141,700	182,578	182,578	260,044	260,044
D3	205,571	141,844	264,875	182,764	377,258	260,308
D4	215,356	215,356	277,483	277,483	395,215	395,215
D5	219,915	151,742	283,357	195,516	403,582	278,471
D6	232,339	160,314	299,365	206,562	426,382	294,204
D7	15,003	0	19,331	0	27,532	0
<b>Total</b>	<b>1,127,605</b>	<b>877,817</b>	<b>1,452,900</b>	<b>1,131,052</b>	<b>2,069,347</b>	<b>1,610,943</b>

Fuente: Proyecciones de población estimadas por el Equipo de Estudio basándose en datos provistos por CSE y ALMA.

**6.2.2 Previsiones sobre Futuras Cantidades y Composición de Residuos**

**a. Previsión sobre Cantidad de Residuos**

Basándose en las suposiciones arriba mencionadas, la cantidad de RSM y otros residuos fue prevista. La previsión sobre el índice de generación de residuos domiciliarios en el Area de Estudio fue realizada basándose en el índice de generación de 19945, como se muestra en el Cuadro 6.2.2a. Los resultados de las previsiones pueden verse en el Cuadro 6.2.2b.

**Cuadro 6.2.2a Previsión del Índice de Generación de Residuos Domiciliarios**

	Unidad	1995	2000	2010
Residuos Domiciliarios	g/persona/día	682	769	969

Cuadro 6.2.2b Previsión sobre Cantidad de Generación de Residuos

(unidad:ton/día)

Fuente de Generación		1995	2000	2010
RSM	Residuos Domiciliarios: Area A	396.4	580.1	1,041.2
	Residuos Domiciliarios: Area B	197.7	289.7	519.8
	Residuos Comerciales: Restaurantes	26.3	33.1	50.3
	Residuos Comerciales: Otros	0.4	0.4	0.4
	Residuos de Mercado	26.9	33.9	51.4
	Residuos Institucionales	2.4	2.9	4.0
	Residuos Hospitalarios	6.5	8.3	12.5
	Residuos de Barrido de Calles	16.5	17.4	17.4
	Residuos de Areas Verdes y Parques	1.4	3.4	3.8
	Residuos Transportados Directamente	37.5	43.4	65.8
Subtotal		712.2	1,013.0	1,766.6
Otros Residuos	Residuos Industriales	9.2	11.6	17.5
	Residuos Transportados Directamente	5.7	255.8	387.7
	Residuos Arrojadados Ilegalmente	194.6	-	-
	Subtotal	209.5	267.4	405.2
Total		921.7	1,208.4	2,171.8

Nota: La cantidad de residuos industriales es limitada a los recolectados por la Alcaldía.  
La cantidad de residuos arrojados ilegalmente es limitada a los recolectados por la Alcaldía.  
Los residuos arrojados ilegalmente fueron previstos utilizando valores de transporte directo de residuos.

## b. Previsión sobre Composición de Residuos

### ba. Composición Física

El Cuadro 6.2.2c muestra la previsión de composición de RSM en el Area de Estudio.

Cuadro 6.2.2c Previsión sobre Composición de RSM

unidad:%

Composición	1995	2000	2010
<b>1. Combustibles</b>	<b>76.6</b>	<b>78</b>	<b>80</b>
Desperdicios de Cocina	34.8	35	35
Papel	7.4	9	11
Textiles	2.0	2	2
Plástico	4.2	5	7
Hierba y madera	26.1	25	23
Cuero y goma	2.1	2	2
<b>2. Incombustible</b>	<b>23.4</b>	<b>22</b>	<b>20</b>
Metal	1.8	2	2
Vidrio	2.9	3	3
Cerámica y Piedra	7.5	7	6
Otros (Tierras, etc.)	11.2	10	9
Total	100.0	100.0	100.0

Nota: RSM aquí excluyen residuos de barrido de calles y voluminosos.

### bb. Valor Calorífico

En el caso de que no se introduzca un sistema de recolección separada, el valor calorífico inferior (LCV) de los RSM en el futuro es estimado multiplicando el LVC de los residuos combustibles en base húmeda por el índice de la futura composición, como puede verse en el Cuadro 6.2.2d.

Cuadro 6.2.2d Previsión sobre el Valor Calorífico Inferior

Año	Valor Calorífico Inferior (kcal/kg)
	Mixto
1995	1,254
2000	1,336
2010	1,494

### c. Futuro Flujo de Residuos

El futuro flujo de residuos fue previsto de acuerdo a cada alternativa y presentado en el Cuadro 6.5.1c.

## 6.2.3 Otras Precondiciones

### a. Condiciones Económicas y Financieras

El índice de crecimiento del PIB fue estimado de la siguiente forma:

Año	PIB(crecimiento/año)
1995	3.5%
1996	4.0%
1997	4.5%
1998-2000	5.0%
2001-2005	4.5%
2006-2010	4.0%

## **b. Condiciones para la Estimación de Costos**

Todas las estimaciones de costos fueron basadas en los precios y tipo de cambio de junio de 1994. El tipo de cambio medio en ese mes fue:

$$\text{US\$ 1.00} = \text{C\$ 6.62} = \text{JY 103.80}$$

El Cuadro H.1 del Anexo H presenta información sobre precios unitarios en Nicaragua en junio de 1994.

## **6.3 Evaluación de Componentes de los Sistemas Técnicos**

Las conclusiones de los trabajos de evaluación son las siguientes.

### **6.3.1 Descarga y Almacenamiento**

#### **a. Separación en la Fuente**

El **sistema de descarga mixta** es apropiado porque la introducción de ya sea una instalación procesadora, una planta de reciclaje o una planta de compostaje no es viable. Sin embargo, la introducción de un sistema de descarga separada será recomendado si la introducción de cualquiera de éstas instalaciones es viable.

#### **b. Tipo de Equipo de Almacenaje**

**Sacos de nilón o bolsas de plástico** son adecuados como recipientes de almacenaje para áreas residenciales ya que son baratos, fáciles de utilizar y reciclables. En cuanto a las áreas sin servicio de recolección (e.g. asentamientos), deberán introducirse **contenedores públicos** debido a la falta de carreteras de acceso para los vehículos recolectores.

También deberán introducirse **contenedores públicos** para grandes fuentes de generación debido a la necesidad mejorar la eficiencia de recolección en dichas áreas.

**Contenedores públicos** también deberán ser introducidos para la limpieza de áreas públicas, incluyendo barrido de calles, para mantener limpias dichas áreas.

## 6.3.2 **Recolección y Transporte**

### a. **Frecuencia de Recolección**

El actual **sistema de recolección en la vereda**, por su gran eficacia, es apropiado para el área A en la que la infraestructura está bien establecida.

Recolección en el área B, formada principalmente por asentamientos, deberá prestarse con **recolección por campana o contenedores**, ya que su infraestructura es muy pobre.

El actual **sistema de recolección por contenedores** es adecuado para grandes fuentes de generación tales como comercios, mercados, hospitales, instituciones y fábricas, debido a su alto grado de eficacia y bajos costos.

Por consiguiente, deberán establecerse los siguientes sistemas de recolección:

**Area A:** Sistema de recolección en la vereda con camiones compactadores.

**Area B:** Sistema de recolección en la vereda con camiones porta contenedores o de campana con camiones compactadores.

**Grandes fuentes generadoras:** Sistema de recolección por contenedores utilizando camiones porta contenedores o compactadores con contenedores.

### c. **Método de Recolección**

El **sistema de recolección mixto** es adecuado porque la introducción de ya sea una instalación procesadora, una planta recicladora o de compostaje no es viable. La introducción de un sistema de recolección separado será recomendado si la introducción de cualquiera de éstas instalaciones es viable.

#### **d. Tiempo de Recolección**

La recolección diurna es adecuada asumiendo que el volumen de tráfico no perturbará la eficiencia de los trabajos.

#### **e. Tipo de Vehículo Recolector**

El **camión compactador** es recomendado para la recolección en la vereda en el área A, y para la recolección con campana en el área B por su eficacia.

Por otro lado, el **camión para contenedores** es recomendado para el área B, las grandes fuentes de generación y la limpieza pública para mejorar la eficacia de recolección y limpieza en general.

Como las grandes fuentes de generación y las actividades de limpieza de áreas públicas deben mejorar su eficacia de recolección, deberá introducirse el **camión para contenedores**.

#### **f. Sistema de Transporte**

El **sistema de transporte motor sin estación de transferencia** es recomendado para el Área de Estudio, ya que hay una buena red de carreteras y la distancia desde las diversas fuentes de generación al sitio de disposición final no sobrepasa los 20km.

### **6.3.3 Tratamiento Intermedio**

Considerando los diferentes tipos de sistemas de tratamiento intermedio y el actual MRSM en el Área de Estudio, dichos sistemas fueron omitidos por las siguientes razones.

#### **a. Incineración**

El costo fue estimado en más de 26.3US\$/ton. El costo más elevado de disposición final en este estudio fue estimado en 8.6US\$/ton incluyendo tratamiento de lixiviados.

- Hay suficientes sitios candidatos para relleno sanitario para futuras operaciones de disposición.

#### **b. Compostaje**

- El mercado para el compost de residuos municipales en el área de estudio es muy limitado.
- Otros fertilizantes derivados de excrementos animales son fácilmente obtenidos en la región.
- Debido a altos costos de producción, subsidios al precio de venta serían necesarios para hacer competitivo al compost en el mercado.
- Altos costos de transporte y mano de obra para utilizar el compost.
- Menor reducción de volumen.
- Posibilidad de metales tóxicos y contaminación secundaria en el caso de la recolección mixta.

### **6.4.3 Barrido de Calles**

#### **a. Sistema de Barrido**

**El barrido manual** es apropiado debido a los altos índices de desempleo en el área de estudio.

#### **b. Equipo Principal**

**Tipo contenedor separable** es recomendado para mejorar la eficiencia de recolección.

### **6.5.3 Limpieza de Parques y Areas Verdes**

#### **a. Sistema de Limpieza**

**La limpieza manual** es muy adecuada debido a los altos índices de desempleo en el área de estudio.



## **b. Equipo Principal**

**Tipo contenedor separable** es recomendado para mejorar la eficiencia de recolección.

### **6.3.6 Disposición Final**

**Un relleno sanitario con tratamiento de lixiviados (Nivel 4)** deberá ser provisto para evitar la contaminación del agua del Lago Managua y del agua subterránea utilizada como agua potable.

#### **a. Selección de un Método de Tratamiento de Lixiviados**

El tratamiento de lixiviados es un factor importante en el estudio de las instalaciones del sitio de disposición final del Plan Maestro ya que estas contaminan el agua subterránea. Por consiguiente, los resultados del estudio realizado por JICA en 1993 sobre desarrollo de agua subterránea en la Ciudad de Managua fueron evaluados, confirmando lo siguiente:

- El agua subterránea es la única fuente de agua potable del millón de habitantes de Managua.
- Las fuentes de agua de Managua tienen su origen en las sierras que dividen la ciudad administrativamente, cruzan las áreas urbanas y desembocan al norte en el Lago Managua.
- La Ciudad de Managua es casi toda de geología volcánica por lo que está cubierta de capas de piedra volcánica extremadamente permeables. Los ríos de la zona son cauces secos y rocosos, excepto en épocas de fuertes lluvias.

La Figura 6.3.6a muestra la relación entre el flujo de agua subterránea y los sitios candidatos de disposición final.

En base a éstas condiciones, puede asumirse que los lixiviados desechados por los sitios de disposición, exceptuando al de Acahualinca, durante la estación lluviosa podrían contaminar el agua subterránea (fuentes de agua potable) por infiltración de los cauces secos.

La contaminación del agua subterránea se espera que ocurra si los lixiviados de los sitios de disposición son desechados sin tratamiento previo. Incluso si los lixiviados son diluidos con agua de lluvia, la calidad del agua subterránea no satisfecerá los standards de agua potable.

La instalación de facilidades de tratamiento de lixiviados debería considerarse, por lo tanto, para el sitio candidatos de Esquipulas que puede causar contaminación, y el de Santa Ana, el cual tiene un complicado sistema de agua y ejerce influencia sobre el flujo de la misma hacia Managua.

Por otro lado, el sitio de Acahualinca se considera que no ejerce ningún efecto sobre el agua subterránea ya que está ubicado cerca del Lago Managua, destino final del flujo de agua subterránea. Sin embargo, la calidad del lixiviado del sitio existente de disposición de Acahualinca es peor a la calidad del agua del Lago Managua, y es uno de los contribuyentes a su contaminación. Sería deseable la instalación de facilidades de tratamiento de lixiviados en el sitio candidatos de disposición final de Acahualinca, como forma de control de lixiviados.

Bajo las anteriores condiciones, todos los sitios candidatos para el Estudio del Plan Maestro deberán incorporar instalaciones de tratamiento de lixiviados categorizadas bajo el Nivel 4.

#### **b. Inferencia Referente a la Recuperación de Gas Metano**

La recuperación de gas metano no fue examinada por las siguientes razones.

- Se necesitan de 3 a 4 años de operación del relleno para conseguir las condiciones mínimas para la recuperación de gas metano. Además, se necesitan varios años para conseguir una cantidad razonable de gas después de conseguir tales condiciones.
- Para estudiar la viabilidad de la producción de gas, es necesario investigar la cantidad y calidad del gas incluyendo perforaciones, las cuales no están incluidas dentro de los Alcances del Estudio.
- Para producir gas metano, el relleno debería ser anaeróbico, condición que deteriora la calidad de los lixiviados. Para mejorar la calidad de los lixiviados, el Plan Maestro propone una estructura de relleno semi-aeróbica con revestimiento.
- A pesar de que la recuperación de gas metano es posible en la actualidad en Acahualinca, la eficacia de recuperación puede ser insuficiente debido a la permeabilidad de las capas inferiores y a la falta de medidas de sellaje.

#### **6.3.7 Operación y Mantenimiento de Equipo**

El actual Taller de Los Cocos de la Dirección de Limpieza Pública, deberá ser

mejorado para realizar mantenimiento preventivo de los vehículos y equipo del servicio de limpieza.

#### **6.4 Concepto de Sistemas Técnicos Alternativos para el Plan Maestro**

Para seleccionar la alternativa técnica óptima, las alternativas técnicas candidatas compuestas de subsistemas técnicos fueron formuladas y examinadas.

En cuanto a la formulación de alternativas, los siguientes conceptos fueron introducidos:

##### **i. Tipo de sistema en términos de ubicación del sitio de disposición**

Los sistemas de disposición centralizado y separado, dos tipos de alternativas de MRSM, fueron considerados para las alternativas candidatas.

En un sistema de disposición centralizado, los residuos recolectados del Area de Estudio son transportados a un sitio de disposición para reducir de construcción y operación & mantenimiento. En un sistema de disposición separada, los residuos recolectados en cada área son transportados al sitio de disposición más cercano para reducir costos de transporte.

##### **ii. Sitio candidato de disposición**

Acahualinca, Santa Ana y Esquipulas fueron seleccionados como sitios candidatos para disposición final por el Comité Coordinador de la Alcaldía de Managua. Las alternativas 1,2,3 y 4 consideraron a estos sitios candidatos para el sistema de disposición centralizado, mientras que en la alternativa 5 los sitios candidatos de Santa Ana y Esquipulas fueron considerados para el sistema de disposición separada.

##### **iii. Sistema de Transferencia**

Para examinar el sistema más apropiado de transporte, alternativas con y sin sistema de transferencia fueron formuladas. En casos en que la distancia excede los 20 km desde el área de recolección al sitio de disposición, debería estudiarse la introducción de una estación de transferencia para reducir costos de transporte. Cuando consideramos el sitio candidato de Santa Ana, los residuos recolectados en los Distritos 4, 5 y 6, que exceden la distancia de transporte de 20 km, serían

transportados primero a la estación de transferencia y después al sitio de disposición final.

El concepto de alternativas candidatas está resumido en el Cuadro 6.4.1a e ilustrado en la Figura 6.4.1a a 6.4.1e.

**iv. Componentes de recolección, transporte y barrido de calles**

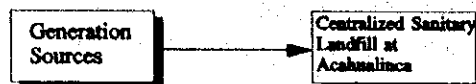
Como los componentes de recolección, transporte y barrido de calles no varían mucho por alternativa, no son presentados como un concepto de sistemas técnicos alternativos.

**Cuadro 6.4.1a Concepto de Sistemas Técnicos Alternativos**

Disposición	Sitio	Sistema de Transferencia	No. de Alternativa
Centralización de la Disposición	Acahualinca	Sin	A-1
	Santa Ana	Sin	A-2
		Con	A-3
	Esquipulas	Sin	A-4
Separación de la Disposición	Santa Ana & Esquipulas	Sin	A-5

**Alternativa A-1:**

**Relleno sanitario centralizado en Acahualinca  
sin estación de transferencia**



**Figura 6.4.1a Concepto de la Alternativa A-1**

**Alternativa A-2:**

**Relleno sanitario centralizado en Santa Ana  
sin estación de transferencia**

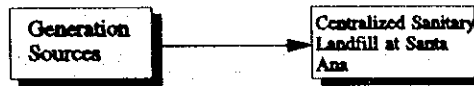


Figura 6.4.1b Concepto de la Alternativa A-2

**Alternativa A-3:**

**Relleno sanitario centralizado en Santa Ana  
con estación de transferencia**

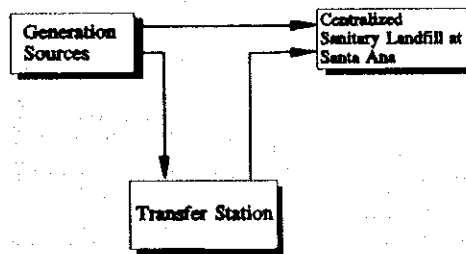


Figura 6.4.1c Concepto de la Alternativa A-3

**Alternativa A-4**

**Relleno sanitario centralizado en Esquipulas  
sin estación de transferencia**

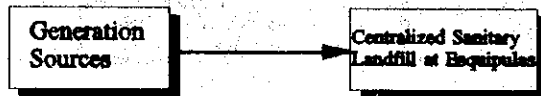


Figura 6.4.1d Concepto de la Alternativa A-4

**Alternativa A-5:**

**Relleno sanitario separada en Santa Ana y Esquipulas  
sin estación de transferencia**

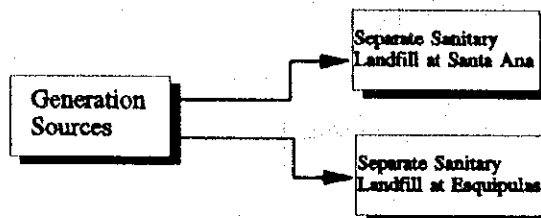


Figura 6.4.1c Concepto de la Alternativa A-5

## 6.5 Evaluación de Sistemas Técnicos Alternativos

### 6.5.1 Diseño Conceptual y Estimación de Costos

#### a. Premisas

El diseño conceptual y estimación de costos serán realizados en esta sección para comparar los costos de cada sistema técnico alternativo para el Plan Maestro y seleccionar una alternativa óptima para la Alcaldía. Los trabajos de diseño y estimación serán simplificados en lo posible. En la fase del estudio de viabilidad, se hace un diseño más detallado y se incluye la versión modificada del diseño conceptual y estimación de costos.

#### b. Suposiciones Clave

##### ba. Para diseño

##### baa. Suposiciones clave para el diseño

Las siguientes suposiciones clave son fijadas para el diseño conceptual de este informe:

Cuadro 6.5.1a Suposiciones Clave para el Diseño

Elementos de Diseño	Figura Aplicada	Unidad	Observaciones
<b>1. Almacenaje y Recolección</b>			
1-1 GEA de Residuos en Compactador	0.44	ton/m <sup>3</sup>	
1-2 GEA de Residuos en Contenedor	0.22	ton/m <sup>3</sup>	
1-3 Índice de Operación de Vehículos	0.90		
<b>2. Transporte</b>			
2-1 GEA de Residuos en Vehículo de Transferencia (tipo no compactado)	0.30	ton/m <sup>3</sup>	
<b>3. Barrido de Calles</b>			
3-1 GEA de Residuos en Compactador	0.44		
3-2 GEA de Residuos en Contenedor	0.22	ton/m <sup>3</sup>	
<b>4. Disposición Final</b>			
4-1 GEA de RSM	1.00	ton/m <sup>3</sup>	Después de compactar

**Cuadro 6.5.1b Distancias de Alternativas**

Alternativa	A-1	A-2	A-3			A-4	A-5	
Distancia(km)	8.3 desde generación a disposición	18.0 desde generación a disposición	15.8 distritos 1-3 a disposición	5.0 distritos 4-6 a estación de transferencia	16.9 transferencia a disposición	11.0 desde generación a disposición	15.8 distritos 1-3 a disposición	10.0 distritos 4-6 a disposición
Cantidad de residuos Recolectada (ton/día)	1,483	1,483	593	890		1,483	593	890

**bab. Flujo de residuos**

Para ejecutar el diseño conceptual y estimación de costos, el flujo de residuos en el año 2010 para cada alternativa fue estimado, como se ve en el Cuadro 6.5.1c.

**Cuadro 6.5.1c Flujo de Residuos para MRS en Managua en el Año 2010**

Alternativas	Unidad	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
a. Generación	ton/día	2265.2	2265.2	2265.2	2265.2	2265.2
b. Disposición Propia	ton/día	223.5	223.5	223.5	223.5	223.5
c. Reciclaje en la Fuente	ton/día	47.0	47.0	47.0	47.0	47.0
d. Cantidad Recolectada	ton/día	1,483	1,483	1,483	1,483	1,483
e. Barrido de Calles	ton/día	20	20	20	20	20
f. Cantidad de Residuos en la E/T	ton/día	0	0	890	0	0
g. Reciclaje	ton/día	37.0	37.0	37.0	37.0	37.0
h. Cantidad de Residuos Transportados Directamente	ton/día	512.3	512.3	512.3	512.3	512.3
i. Cantidad de Residuos en el Sitio de Disposición por día	ton/día	1958	1958	1958	1958	1958
j. Cantidad de Residuos en el Sitio de Disposición por año (i x 365)	ton/año	714,560	714,560	714,560	714,560	714,560

**bb. Ubicación de las instalaciones**

La ubicación de los sitios candidatos de disposición final y estación de transferencia pueden verse en la Figura 6.5.1a.



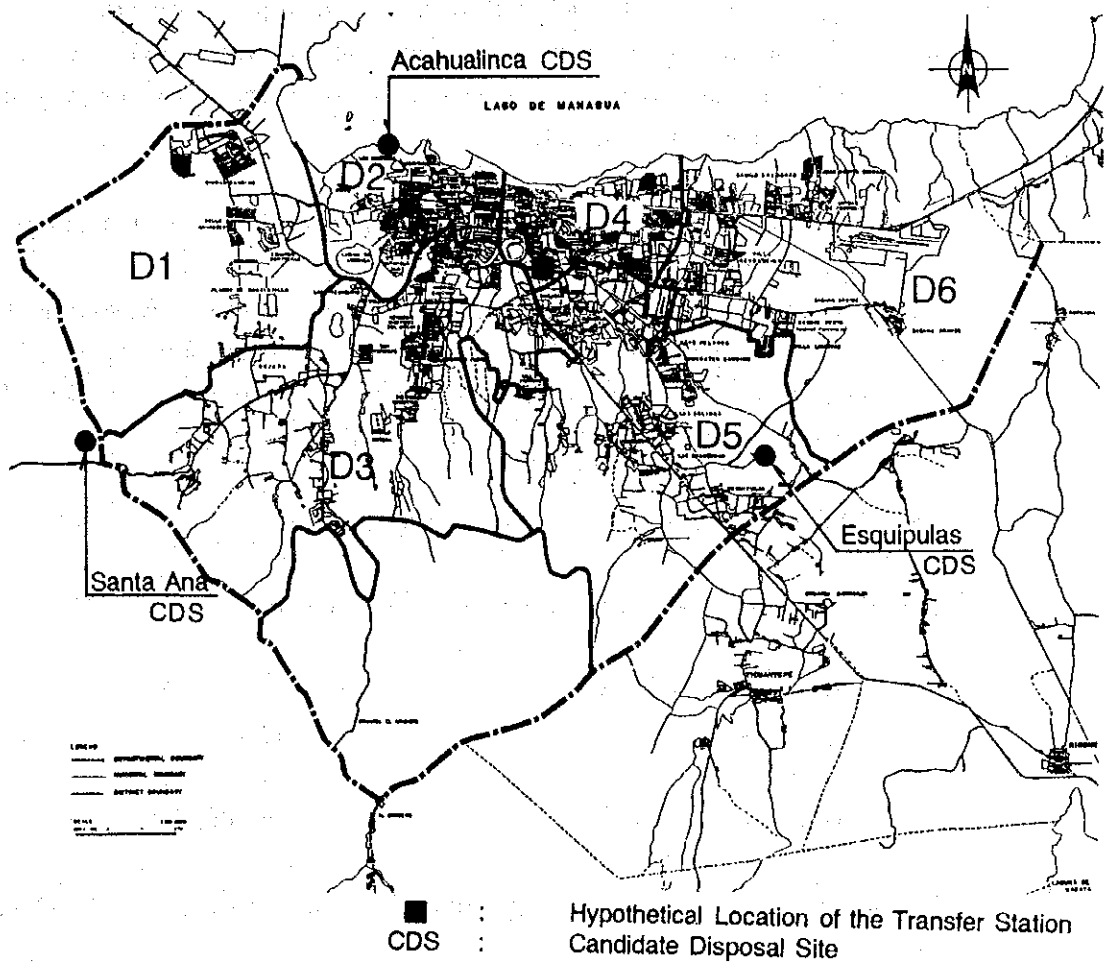


Figura 6.5.1a Mapa de Localización de Instalaciones

**bc. Para la estimación de costos**

**bca. Consideraciones básicas**

La comparación de costos de cada sistema técnico alternativo es realizada como el costo anual del MRSM en 2010. Por consiguiente, las siguientes suposiciones son adoptadas para la estimación de costos:

- i. El organismo ejecutor del MRSM será operado por la Alcaldía.
- ii. La comparación de costos es realizada con los costos de O & M en el año 2010, que incluyen la depreciación de todas las instalaciones y equipo relacionadas con el MRSM.
- iii. La estimación de costos es realizada basándose en precios de junio de 1994. El tipo de cambio es US\$1=C\$6.62.
- iv. Los costos estimados no incluyen intereses o impuestos. A pesar de que los verdaderos costos los incluyen, estos fueron excluidos porque el propósito de la comparación de costos es seleccionar la alternativa óptima. El verdadero costo es estimado en el Estudio de Viabilidad.

**bc. Días laborables anuales y eficacia de trabajo**

Los días laborables anuales son determinados como sigue;

- días totales por año	:	365
- domingos	:	53
- festivos	:	15
Total días laborables	:	<b>297 días/año</b>

El equipo será utilizado 8 horas por día. El índice de operación del equipo es asumido en 0.9.

**bcc. Vida útil de equipo e instalaciones**

	Vida Util (años)
Contenedor	5
Camión y Equipo Pesado	7
Maquinaria	15
Edificios y Obras Civiles	30

Nota: La vida útil de otras instalaciones para el sitio de disposición depende del período de operación.

## **6.5.2 Gastos Anuales del MRSM en el 2010**

Los gastos anuales de las 5 alternativas en el 2010 son tabulados en el Cuadro 6.5.2a e ilustrados en la Figura 6.5.2a respectivamente.

**Cuadro 6.5.2a Gastos Anuales del MRSM en el 2010**

Item	Unidad	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
<b>1. Gastos Unitarios</b>						
1-1 Recolección y Transporte	CS/ton	87.57	110.96	102.61	94.16	92.76
1-2 Barrido de Calles	CS/ton	800.00	802.62	800.27	800.73	801.09
1-3 Parques y Areas Verdes	CS/ton	3,100.65	3,150.68	3,140.42	3,103.85	3,143.97
1-4 Disposición Final	CS/ton	41.33	43.91	43.91	49.07	56.50
1-5 Administración	CS/ton	3.73	3.73	3.73	3.73	56.50
<b>2. Gastos Totales</b>						
2-1 Recolección y Transporte	millones C\$ /año	46.60	59.05	54.61	50.11	49.37
2-2 Barrido de Calles	millones C\$ /año	5.84	5.86	5.84	5.85	5.85
2-3 Parques y Areas Verdes	millones C\$ /año	5.66	5.75	5.73	5.66	5.74
2-4 Disposición Final	millones C\$ /año	29.55	31.40	31.40	35.09	40.40
2-5 Administración	millones C\$ /año	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02
2-6 Total	millones C\$ /año	<b>89.67</b>	<b>104.07</b>	<b>99.60</b>	<b>98.72</b>	<b>103.37</b>

### 6.5.3 Evaluación

Generalmente, el sistema técnico óptimo sería seleccionado evaluando los siguientes puntos de vista:

- técnicos
- sociales
- ambientales
- económicos y financieros

#### a. Evaluación Técnica

##### aa. Condiciones de Evaluación

La gran diferencia técnica entre las alternativas está en la introducción de los sistemas de transferencia y disposición incluyendo la localización del sitio de disposición final. Los sistemas técnicos de las alternativas fueron evaluados de acuerdo a lo siguiente:

- Condiciones de trabajo
- Operación y mantenimiento
- Construcción
- Nivel de relleno sanitario

La comparación de los sistemas técnicos se muestra en el Cuadro 6.5.3a.

#### **ab. Evaluación**

##### **i. Condiciones de trabajo**

Los trabajadores involucrados en el manejo de residuos sólidos manejan diferentes tipos de trabajo determinados por tales actividades como la recolección, transporte, operación, transferencia y disposición final. Los siguientes tipos de tareas en particular requieren una mejora de las condiciones de trabajo para garantizar seguridad y salud.

- carga de residuos sólidos a camiones recolectores;
- trabajos en la estación de transferencia; y
- trabajos de relleno en el sitio de disposición.

Como el mismo sistema técnico será aplicado al almacenaje/descarga, recolección y disposición final, existen pocas diferencias en las condiciones de trabajo entre las alternativas.

##### **ii. Operación y mantenimiento**

Las dificultades de operación y mantenimiento en el sitio de disposición se supone que serán casi iguales en todos los planes alternativos. Solo algunos problemas pueden observarse en los trabajos de operación y mantenimiento de la estación de transferencia con respecto al transporte de grandes contenedores.

##### **iii. Construcción**

La construcción de la estación de transferencia necesitará tecnología altamente avanzada. La tecnología utilizada en Nicaragua en la actualidad será suficiente para construir todas las instalaciones excepto la estación de transferencia.

#### iv. Nivel del relleno sanitario

El relleno sanitario será del Nivel 4 (relleno sanitario con tratamiento de lixiviados) para todas las alternativas. En cuanto a A-1, se introducirá el Nivel 4 para evitar una posterior contaminación del Lago Managua. Por otro lado, el Nivel 4 será introducido en las demás alternativas para evitar la contaminación del agua subterránea utilizada como agua potable.

#### ac. Resumen de la Evaluación Técnica

La evaluación técnica es resumida en el Cuadro 6.5.3a.

Cuadro 6.5.3a Resumen de la Evaluación Técnica

Criterios	Alternativa				
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
a. Condiciones de Trabajo	A	A	B	A	A
b. Operación y Mantenimiento	A	A	B	A	A
c. Construcción	A	A	B	A	A
d. Nivel de Relleno Sanitario	B	B	B	B	B
Evaluación Global	A	A	B	A	A

Note: A: bueno B: aceptable C: pobre

#### b. Evaluación Social

##### ba. Factores de evaluación

La evaluación social de cada alternativa fue realizada en base a los siguientes factores:

- Posibilidad de adquirir el terreno
- Posibilidad de obtener el consenso vecinal
- Compatibilidad con planes regionales de desarrollo

##### bb. Evaluación

###### i. Posibilidad de adquirir terrenos

No hay reglamentos estrictos referentes al uso de suelo de los tres sitios candidatos para disposición final; todos los sitios excepto Acahualinca son de propiedad privada, por lo que una compensación es necesaria para los otros dos sitios, si fueran seleccionados. Además, Santa Ana está bajo la jurisdicción de la Alcaldía de El Carmen, por lo que si este sitio fuera utilizado, deberían realizarse negociaciones para incorporar el sitio a la Municipalidad de Managua lo antes posible.

Como los sitios candidatos para la estación de transferencia no fueron seleccionados durante el primer trabajo de estudio en Nicaragua, si A-3 es seleccionado como la alternativa óptima, estará sujeta a la discusión con la parte nicaragüense durante la reunión del IT/R.

**ii. Posibilidad de obtener el acuerdo vecinal**

El acuerdo vecinal es necesario para tanto Santa Ana como Esquipulas porque sus áreas adyacentes están habitadas.

**iii. Compatibilidad con planes regionales de desarrollo**

Como un Plan Maestro de Desarrollo Urbano no ha sido establecido en el Área de Estudio, los tres sitios candidatos no afrontarán problemas al respecto.

**bc. Resumen de la Evaluación Social**

La evaluación social está resumida en el Cuadro 6.5.3b.

**Cuadro 6.5.3b Resumen de la Evaluación Social**

Criterios	Alternativa				
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
a. Posibilidad de adquirir terrenos	A	C	C	B	C
b. Posibilidad de obtener el consenso vecinal	A	B	B	B	B
c. Compatibilidad con planes regionales de desarrollo	A	A	A	A	A
Evaluación Global	A	B	B	B	B

Nota: A: bueno B: aceptable C: pobre

**c. Evaluación Ambiental**

**ca. Elementos de Evaluación**

Los elementos de evaluación son listados en el Cuadro 6.5.3c.

**Cuadro 6.5.3c Elementos de Evaluación Ambiental**

Categorías	Entorno Social	Entorno Natural	Contaminación
Elementos	(1) Migración (2) Actividades económicas (3) Instalaciones públicas y tráfico (4) Separación de comunidades (5) Restos y Propiedad Cultural (6) Derecho al agua y derecho consuetudinario (7) Condición de la salud pública (8) Residuos (9) Desastre Natural	(1) Topografía y geología (2) Erosión suelo (3) Agua subterránea (4) Flujo de lagos, pantanos y ríos (5) Zona costera (6) Flora y fauna (7) Meteorología (8) Paisaje	(1) Contaminación aire (2) Condición agua (3) Contaminación suelo (4) Ruido y vibración (5) Derramamiento de tierra (6) Mal olor
Total	9	8	6

**cb. Medidas de conservación ambiental**

El tema alternativo propuesta para evaluar fue limitado a las medidas de conservación del medio ambiente indicadas en el Cuadro 6.5.3d.



Cuadro 6.5.3d Medidas de Conservación Ambiental como Base de Evaluación

Alternativa	A-1, A-2, A-3, A-4, A-5	A-3
Aspectos Ambientales	Sitio de Disposición	Estación Transferencia
Polución del Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ejecución medidas reducción polvo, i.e., aspersión agua y compactación superficie.</li> <li>- Instalación eliminación gases.</li> <li>- Cobertura capas de residuos.</li> <li>- Uso lixiviado tratado para rociar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nada en particular.</li> </ul>
Polución del Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación facilidades control percolación.</li> <li>- Instalación facilidades tratamiento lixiviados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transferencia residuos domésticos y agua utilizada para limpiar el suelo del lugar de trabajo al sitio de disposición para tratamiento.</li> </ul>
Ruido y Vibración	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de ruido creado por maquinaria pesada en trabajos relleno y transporte.</li> <li>- Controlar velocidad y embragaje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajo será ejecutado en espacio cerrado; ruido será minimizado en lo posible.</li> <li>- Mejor control embragaje.</li> </ul>
Olor Molesto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cobertura con tierra</li> <li>- Relleno sanitario</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lavado constante del sitio de trabajo.</li> <li>- Evitar almacenaje prolongado.</li> <li>- Transferir residuos en espacios cerrados.</li> <li>- Espacio de trabajo cerrado.</li> </ul>
Paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción franja verde (plantar árboles).</li> <li>- Establecer plan uso de suelo incorporando deseos de los residentes y que son compatibles con uso suelo alrededores.</li> <li>- Construcción orilla artificial para el Lago Acahualinca.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcción franja verde (plantar árboles).</li> <li>- Establecer plan uso de suelo incorporando deseos de los residentes y que son compatibles con uso suelo alrededores.</li> </ul>
Tráfico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación precisa señales control tráfico en áreas entrada y salida y poner guardas.</li> <li>- Selección ruta transporte para reducir impacto sobre demás tráfico.</li> <li>- Educar operadores sobre conducción segura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Instalación precisa señales control tráfico en áreas entrada y salida y poner guardas.</li> <li>- Selección ruta transporte para reducir impacto sobre demás tráfico.</li> <li>- Educar operadores sobre conducción segura.</li> </ul>

### cc. Evaluación General de Alternativas

Los resultados de la evaluación general sobre aspectos ambientales de las 5 alternativas pueden verse en el Cuadro 6.5.3e.

Una alternativa óptima es la que ejerce el menor impacto sobre el medio ambiente (A-1). La mejor alternativa para la Ciudad de Managua es la que ejerce el menor impacto sobre el agua subterránea, la fuente de agua de la ciudad. Pudo verse que A-1 satisface este requerimiento, mientras que las otras 4 alternativas fallaron.

También se observó que la Alternativa A-1 ejercía el menor impacto sobre los otros aspectos ambientales en comparación con las otras alternativas.

Cuadro 6.5.3e Evaluación General de Alternativas

Criterios	Alternativa				
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
a. Entorno Social	A	B	B	A	B
b. Entorno Natural	B	B	B	B	B
c. Contaminación	B	C	C	C	C
Evaluación Global	B	C	C	B	B

Note: A: casi sin impacto, B: pequeño impacto, C: ejerce impacto

#### d. Evaluación Económica y Financiera

##### da. Evaluación Financiera

##### daa. Método de Evaluación

La evaluación financiera fue realizada determinando la alternativa de menor costo, ya que sus beneficios no varían significativamente y la evaluación solo puede ser ejecutada cualitativamente. La alternativa que satisfacía las normas ambientales, las cuales son iguales para todas las alternativas, con el menor costo fue seleccionada como la alternativa óptima.

La viabilidad financiera del MRSM fue estudiada tomando en cuenta los costos de disposición de residuos asquibles para los residentes de acuerdo a los resultados de la Encuesta de Opinión Pública.

##### dab. Egresos

Los costos a ser evaluados financieramente son los costos de disposición de residuos de la Ciudad de Managua en el año 2010. Estos incluyen Costos de Operación y Mantenimiento y Costos de Depreciación; tipos de interés son omitidos.

## dac. Resultados de la Evaluación

El Cuadro 6.5.3f muestra el costo de cada alternativa. La Alternativa A-1 es seleccionada como la alternativa óptima porque incurre el menor costo.

Cuadro 6.5.3f Evaluación Financiera (Unidad: millones Córdobas)

Alternativa	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	
Costos Totales (incluyendo depreciación)	89.67	104.08	99.60	98.73	103.37	
Gastos de recolección, transporte	46.60	59.05	50.48	50.11	49.37	
Gastos estación de transferencia	-	-	4.13	-	-	
Gastos de barrido de calles	5.84	5.86	5.84	5.85	5.85	
Gastos de limpieza de parques	5.66	5.75	5.73	5.66	5.74	
Gastos de disposición final	29.55	31.40	31.40	35.09	40.40	
Gastos administrativos	2.02	2.02	2.02	2.02	2.02	
Costos de O & M	37.93	45.60	41.03	39.88	41.26	
Evaluación utilizando el método del menor costo	Costo total	1	5	3	2	4
	Costos O & M	1	5	3	2	4

## e. Evaluación Global

La evaluación global de cada aspecto, i.e. técnico, social, ambiental y financiero es elaborada a continuación.

A-1 es la mejor alternativa en todos los aspectos. En los siguientes aspectos A-1 es superior a las demás alternativas.

- La adquisición del sitio es simple ya que es propiedad municipal;
- Ningún impacto sobre el agua potable; y
- Alternativa de menor costo.

Sin embargo, la operación de un sitio de disposición degradará la estética del Lago Managua. Para solucionar este problema, se tomarán las siguientes medidas:

- Cobertura diaria de residuos entrantes
- Establecimiento de un plan adecuado de futuro uso de suelo para el sitio
- Construcción de una franja verde

La evaluación global es resumida en el Cuadro 6.5.3g.

**Cuadro 6.5.3g Evaluación Global**

Criterios	Alternativa				
	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5
a. Evaluación Técnica	A	A	B	A	A
b. Evaluación Social	A	B	B	B	B
c. Evaluación Ambiental	B	C	C	B	C
d. Evaluación Financiera	A	C	B	B	C
<b>Evaluación Global</b>	<b>A</b>	<b>C</b>	<b>B</b>	<b>B</b>	<b>C</b>

Note: A: bueno B: aceptable C: pobre

Además de las ventajas arriba mencionadas, tratamiento de lixiviados no será necesario para la Alternativa A-1 ya que puede ejecutarse el relleno sanitario de nivel 3. Las razones son:

- los costos de inversión y operación y mantenimiento son más baratos para el nivel 3 que para el nivel 4: 39.3 mill.C\$ y 1.34 mill.C\$/año respectivamente.
- la carga de aguas cloacales en el Lago Managua es considerablemente más alta que la de lixiviados del relleno sanitario. Para el mejoramiento de la calidad del agua del Lago, el tratamiento de las aguas cloacales es más necesario que el de los lixiviados. Si una planta de tratamiento de aguas cloacales es construida en el futuro, los lixiviados podrán ser tratados en dicha planta.

# ***CAPITULO 7***

---

## ***EL PLAN MAESTRO***



## CAPITULO 7 EL PLAN MAESTRO

*Este capítulo describe los objetivos, metas y estrategias del Plan Maestro para la Municipalidad de Managua. También de cuenta de los sistemas técnicos e institucionales para la Alcaldía hasta el año meta 2010.*

### 7.1 Marco de Planificación

#### 7.1.1 Objetivo, Metas y Estrategia

##### a. Objetivo

Para formular un borrador de plan maestro para MRSM en el Area de Estudio, el objetivo del Plan Maestro es propuesto como sigue:

**[ Desarrollo y Realización de un Entorno Bello y Limpio en la Ciudad de Managua hacia el Siglo 21 a través de la Participación Ciudadana y el Establecimiento de un Manejo de Residuos Sólidos Autosostenible ]**

##### b. Metas

Para conseguir el objetivo, las metas para la Alcaldía son fijadas y tabuladas en el Cuadro 7.1.1a.

Cuadro 7.1.1a Metas de los Servicios de Recolección, Barrido de Calles, Limpieza de Areas Públicas y Disposición Final

	Unidad	1995	2000	2010
1. Población (Area Urbana)	Habitantes	877,817	1,131,052	1,610,943
2. Cobertura de Recolección	% (habitantes)	77.0 (659,919)	90.0 (1,017,947)	100.0 (1,610,943)
Area de Recolección A	% (habitantes)	66.7 (585,504)	66.7 (754,412)	66.7 (1,074,449)
Area de Recolección B	% (habitantes)	10.3 (90,415)	23.3 (263,535)	33.3 (563,444)
3. Distancia de Barrido	km	331	350	350
4. Limpieza de Area Pública (Parques & Areas Verdes)	ha	16.7	45	45
5. Nivel de Relleno Sanitario	-	Nivel 1	Nivel 3	Nivel 4

**c. Elementos de Estrategia**

En términos concretos, el Objetivos deberá conseguirse a través de:

1. Establecimiento de un sistema de manejo de residuos sólidos autosostenible.
2. Provisión de servicios de recolección en el área urbana de la Alcaldía de Managua, incluyendo los asentamientos, y establecimiento de un sistema de recolección fiable, bajo el que servicios regulares puedan ser prestados.
3. Construcción de sitios de disposición sanitarios empleando suficientes medidas de protección del medio ambiente y la salud.
4. Establecimiento de sistemas eficaces de barrido y limpieza de áreas públicas.
5. Mejoramiento del Sistema de Cobro por Recolección de Residuos bajo el Principio de Pago por Beneficiario en el que los recipientes del servicio pagan una tasa de recolección de residuos (impuesto) y una tasa de vertido de acuerdo a la capacidad de cada vivienda.
6. Introducción de una privatización adecuada del MRSM para reducir los costos a la municipalidad y residentes.
7. Establecimiento de legislación y reglamentos apropiados a través de la modificación y revisión de los existentes.
8. Establecimiento de una coordinación apropiada entre las diversas instituciones involucradas en el manejo de residuos sólidos a nivel tanto nacional como municipal, principalmente para asegurar la aplicación de las leyes.
9. Establecimiento de funciones adecuadas de las organizaciones involucradas en el manejo de residuos sólidos.
10. Reforzar los sistemas de gestión y administración.
11. Desarrollo de programas de participación pública y educativos.
12. Desarrollo de los recursos humanos involucrados en el manejo de residuos sólidos.
13. Asegurar fondos para la inversión de capital para el equipo e instalaciones necesarios para conseguir el objetivo, especialmente durante el arranque.



## 7.1.2 Año Meta y Población

### a. Año Meta

El plan maestro cubrirá el período desde 1995 al 2010. Considerando la limitación de recursos de la Alcaldía para el MRS, el objetivo del plan maestro deberá conseguirse de forma escalonada. El período del Plan Maestro se divide entre las siguientes etapas.

Cuadro 7.1.2a Año Meta

Categoría del Plan	Año Meta
Plan Maestro	1995 - 2010
Plan de Mejora a Medio Plazo	2001 - 2010
Plan de Mejora a Corto Plazo para el E/V	1997 - 2000
Plan de Mejora Inmediata	Presente - 1996

### b. Previsiones de Población para el Area de Estudio

La población es el factor más esencial para la formulación del Estudio para el mejoramiento del MRS y el plan de desarrollo físico para ALMA.

Las proyecciones de población son datos básicos para la planificación de desarrollo y estimación de la futura cantidad de residuos sólidos generada para el mejoramiento del MRS. Las estadísticas de población, las cuales están íntimamente relacionadas con la cobertura de recolección, fueron discutidas en profundidad con ALMA, que decidió adoptar la población actual estimada por el Equipo de Estudio como base para realizar proyecciones y planes sobre MRS.

La futura población por distritos y en áreas urbanas es proyectada en el Cuadro 7.1.1b e ilustrada en la Figura 7.1.2a.

Para la proyección de población, se asumió un crecimiento de población del 5.2% desde 1995 al 2000 y 3.6% para el período 2000-2010. Asumiendo estos índices, se espera que la población de Managua aumente 1.4 veces para el 2000 y 1.9 veces para el 2010, alcanzando un total de cerca de 2 millones de habitantes.

Cuadro 7.1.2b Proyecciones de Población por Distrito para los Años Meta

Distrito	1995		2000		2010	
	Total	Urbano	Total	Urbano	Total	Urbano
D1	97,720	66,861	125,911	86,149	179,333	122,701
D2	141,700	141,700	182,578	182,578	260,044	260,044
D3	205,571	141,844	264,875	182,764	377,258	260,308
D4	215,356	215,356	277,483	277,483	395,215	395,215
D5	219,915	151,742	283,357	195,516	403,582	278,471
D6	232,339	160,314	299,365	206,562	426,382	294,204
D7	15,003	0	19,331	0	27,532	0
<b>Total</b>	<b>1,127,605</b>	<b>877,817</b>	<b>1,452,900</b>	<b>1,131,052</b>	<b>2,069,347</b>	<b>1,610,943</b>

Fuente: Proyecciones de población estimadas por el Equipo de Estudio basándose en datos provistos por CSE y ALMA.

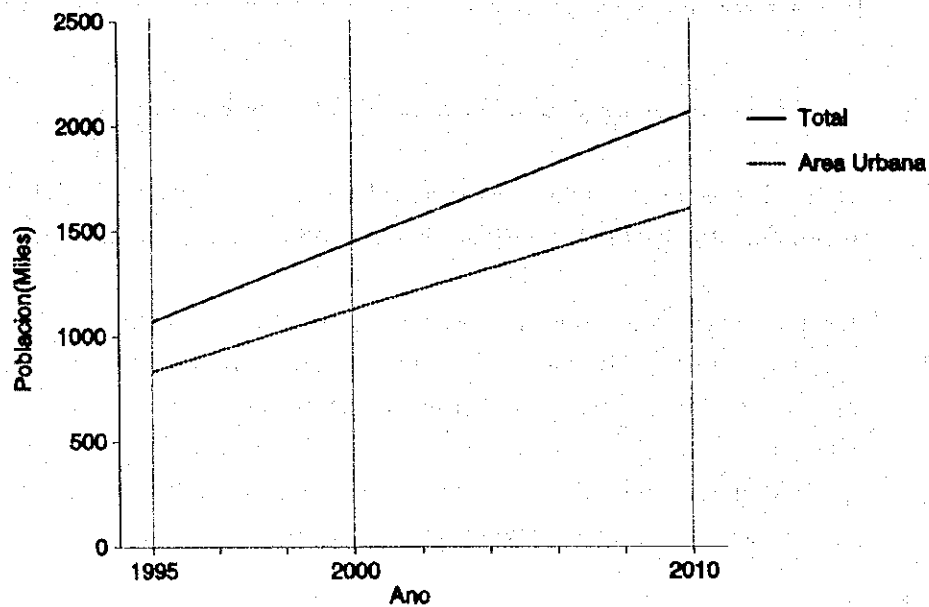


Figura 7.1.2a Crecimiento de Población en el Area de Estudio

### **7.1.3 Previsiones sobre Futuras Cantidades y Composición de Residuos**

#### **a. Condiciones de Previsión**

##### **aa. Tipos de residuos a ser pronosticados**

Los tipos de residuos a prever son:

##### **i. RSM**

- Residuos domiciliarios
- Residuos comerciales
- Residuos de Mercado
- Residuos institucionales
- Residuos de barrido de calles
- Residuos hospitalarios(no infecciosos)
- Residuos de limpieza de áreas públicas(parques y áreas verdes)

##### **ii. Otros Residuos**

- Residuos industriales
- Residuos transportados directamente

##### **ab. Incremento del índice de generación**

Basándose en las estadísticas japonesas sobre la relación entre el PIB y la generación de residuos per cápita por año, se hizo el siguiente cálculo:

$$[\text{Índice de crecimiento del índice de generación(\%)}] = \text{PIB} \times 0.55$$

Consiguientemente, puede esperarse un incremento constante de la generación de residuos per cápita y año durante el período 1995 - 2010 del 2.4%.

##### **ac. Incremento de población**

El efecto más directo sobre la generación de residuos lo ejerce la variación de población. Los crecimientos anuales de población en el Area de Estudio estimados para el período de planificación se muestran en el Cuadro 7.1.2b.

**b. Previsión sobre Futura Cantidad de Residuos**

**ba. Metodología para la Previsión**

Para los tipos de residuos a prever, se hicieron las siguientes suposiciones:

**i. Residuos domiciliarios**

La generación de residuos será proyectada como sigue;

$$[\text{Generación de residuos}] = [\text{Índice de Generación}] \times [\text{Población}]$$

**ii. Residuos comerciales, de mercado, institucionales y hospitalarios**

La cantidad actual de generación de residuos será proyectada para aumentar de acuerdo con el índice de crecimiento del PIB.

**iii. Residuos de barrido de calles y parques y áreas verdes**

El actual índice de generación de residuos de barrido de calles y parques y áreas verdes se prevé que es fijo. Estas cantidades de residuos crecerán de acuerdo con la ampliación de la distancia de barrido de calles y de la limpieza de áreas públicas.

**iv. Otros residuos**

Otros residuos, i.e. residuos industriales y de transporte directo aumentarán de acuerdo con el índice de crecimiento del PIB.

**bb. Previsión sobre Cantidad de Residuos**

Basándose en las suposiciones arriba mencionadas, las previsiones sobre RSM y otros residuos fueron presentadas. Una previsión sobre el índice de generación de residuos domiciliarios en el Area de Estudio fue realizada basándose en el índice de generación de 1994, como se muestra en el Cuadro 7.1.3a. Los resultados de las previsiones pueden verse en el Cuadro 7.1.3b.

Cuadro 7.1.3a Previsión del Índice de Generación de Residuos Domiciliarios

	Unidad	1995	2000	2010
Residuos Domiciliarios	g/persona/día	682	769	969

Cuadro 7.1.3b Previsión sobre Cantidad de Generación de Residuos

(unidad:ton/día)

Fuente de Generación		1995	2000	2010
RSM	Residuos Domiciliarios: Area A	396.4	580.1	1,041.2
	Residuos Domiciliarios: Area B	197.7	289.7	519.8
	Residuos Comerciales: Restaurantes	26.3	33.1	50.3
	Residuos Comerciales: Otros	0.4	0.4	0.4
	Residuos de Mercado	26.9	33.9	51.4
	Residuos Institucionales	2.4	2.9	4.0
	Residuos Hospitalarios	6.5	8.3	12.5
	Residuos de Barrido de Calles	16.5	17.4	17.4
	Residuos de Areas Verdes y Parques	1.4	3.4	3.8
	Residuos Transportados Directamente	37.5	43.4	65.8
	Subtotal	712.2	1,013.0	1,766.6
Otros Residuos	Residuos Industriales	9.2	11.6	17.5
	Residuos Transportados Directamente	5.7	255.8	387.7
	Residuos Arrojados Ilegalmente	194.6	-	-
	Subtotal	209.5	267.4	405.2
Total		921.7	1,208.4	2,171.8

Nota: La cantidad de residuos industriales es limitada a los recolectados por la Alcaldía.  
 La cantidad de residuos arrojados ilegalmente es limitada a los recolectados por la Alcaldía.  
 Los residuos arrojados ilegalmente fueron previstos utilizando valores de transporte directo de residuos.

### c. Previsión sobre Composición de Residuos

#### ca. Composición Física

Puede esperarse un cambio en la generación de residuos debido al comercio de nuevos productos y diferentes tendencias de consumo.

El Cuadro 7.1.3c compara los resultados del WACS sobre composición de RSM con datos de Río de Janeiro, Brasil de 1991, por el Centro de Investigación del COMLURB(Compañía Municipal de Limpieza Pública de Río de Janeiro), datos de Penang, Malaysia de 1987, datos de Tokio, Japón de 1972 y los datos obtenidos en Asunción, Paraguay en 1993.

Cuadro 7.1.3c Comparación de Datos de Composición de RSM

unidad: %

	Managua, Nicaragua 1994		Penang ** Malaysia 1987	Tokyo Japón 1972	Río de Janeiro 1991	Asunción Paraguay 1993
	Residuos Domiciliarios del WACS	RSM * del WACS				
<b>1. Combustibles</b>	<b>75.09</b>	<b>76.22</b>	<b>88.1</b>	<b>89.0</b>	<b>79.1</b>	<b>72.8</b>
Desperdicios cocina	34.86	34.80	32.8	25.9	33.9	37.4
Papel	5.37	7.07	25.5	35.6	27.1	10.2
Textiles	1.87	1.94	3.4	3.2	2.7	1.2
Plástico	3.88	4.00	11.2	6.9	12.7	4.2
Hierba y madera	27.11	26.35	14.4	-	2.0	19.2
Cuero y goma	2.00	2.06	0.8	0.8	0.7	0.6
Otros	-	-	-	16.6	-	-
<b>2. Incombustibles</b>	<b>24.91</b>	<b>23.78</b>	<b>12.0</b>	<b>11.0</b>	<b>20.4</b>	<b>27.2</b>
Metal	1.69	1.77	2.6	3.7	3.1	1.3
Vidrio	2.91	2.91	1.4	7.3	2.2	3.5
Cerámica y piedra	8.07	7.60	0.2	-	0.4	2.5
Otros(tierras,etc.)	12.24	11.50	7.8	-	14.7	19.9
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>99.5</b>	<b>100</b>
Gravedad Específica Aparente (kg/m <sup>3</sup> )	200	200	190	N.A	209	215

Nota: WACS : Estudio sobre Cantidad y Composición de Residuos  
 \* : La figura muestra la composición de los RSM  
 \*\* Fuente : "Estudio sobre el Manejo de Residuos Sólidos para las Municipalidades de Pulau Penang y Seberang Perai, Agosto 1989, JICA"

Como no hay datos disponibles en el área de estudio, datos obtenidos por el WACS y de otros países fueron comparados asumiendo que los cambios en la composición de residuos resultarían en los siguientes desechos característicos inherentes en un país en vías de desarrollo:

- Aumento en el porcentaje de combustibles y reducción de los incombustibles.
- Reducción del porcentaje de desperdicios de cocina y aumento de papeles y plásticos.
- Reducción del porcentaje de hierba y madera e incremento de metales y vidrio.
- Reducción de la gravedad específica aparente.

En base al Cuadro 7.1.3c, el perfil de la composición de residuos en el 2010 fue establecido. El Cuadro 7.1.3d muestra la composición de RSM pronosticada en el Area de Estudio.

Cuadro 7.1.3d Previsión sobre Composición de RSM

unidad:%

Composición	1995	2000	2010
<b>1. Combustibles</b>	<b>76.6</b>	<b>78</b>	<b>80</b>
Desperdicios de Cocina	34.8	35	35
Papel	7.4	9	11
Textiles	2.0	2	2
Plástico	4.2	5	7
Hierba y madera	26.1	25	23
Cuero y goma	2.1	2	2
<b>2. Incombustible</b>	<b>23.4</b>	<b>22</b>	<b>20</b>
Metal	1.8	2	2
Vidrio	2.9	3	3
Cerámica y Piedra	7.5	7	6
Otros (Tierras, etc.)	11.2	10	9
<b>Total</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

Nota: RSM aquí excluyen residuos de barrido de calles y voluminosos.

**cb. Previsiones sobre Valor Calorífico**

**cba. VCI de cada elemento de composición física**

Los siguientes valores caloríficos fueron medidos en el WACS:

- para combustibles mixtos de 8 fuentes de generación, i.e., áreas residenciales (ingresos altos, medios y bajos), mercados, áreas comerciales (restaurantes y otros), instituciones y calles;
- para cada elemento combustible del área residencial de ingresos medios.

El valor calorífico de los residuos difiere de acuerdo a la composición física y tres contenidos; humedad, combustibles y cenizas. El índice de residuos combustibles y cenizas depende del cambio en la composición física. El Cuadro 7.1.3e muestra nuestros datos de estudio sobre combustibles mixtos y datos de Japón para 1972.

Cuadro 7.1.3e Comparación de los Tres Contenidos y VCI

	1994 Estudio de JICA		Japón en 1972
	Residencial	RSM	
Contenido de humedad (%)	37.27	37.42	54.1
Contenido de combustibles (%)	27.97	28.64	31.4
Contenido de cenizas (%)	34.76	33.94	14.5
Valor Calorífico Inferior Medido (kcal/kg)	1,045	1,092	1,165

Los datos de 1994 arriba mencionados obtenidos por el Equipo de Estudio de JICA son promedios ponderados de residuos mixtos, tomando en consideración el índice de generación de residuos por cada categoría. El contenido de humedad de cada dato varía del 10% al 50%. El valor calorífico inferior fue determinado tomando en consideración la posibilidad de que la composición física pueda variar, ya que se prevé que el contenido de humedad se mantenga constante.

Los valores caloríficos superiores (VCSs) en base seca de cada componente combustible de las áreas residenciales de ingresos medios también fueron medidos. Basándose en dichos valores, los valores caloríficos inferiores (VCIs) fueron calculados, como puede verse en el Cuadro 7.1.3f.

Cuadro 7.1.3f VCSs en Base Seca y VCIs en base Húmeda para cada Residuo Combustible

	Valor Calorífico Superior en Base Seca (kcal/kg)	Valor Calorífico Inferior en Base Húmeda (kcal/kg)
Residuos de Cocina	3,640	780
Papel	4,440	2,630
Textiles	4,390	1,880
Plásticos	9,280	6,690
Hierba y Madera	3,320	1,450
Cuero y Goma	5,680	4,600

Los VCIs de residuos fueron calculados por la siguiente formula:

$$VCI = (RGa^{*1} * 780 + RPa^{*2} * 2,630 + RT^{*3} * 1,880 + RPI^{*4} * 6,690 + RGr^{*5} * 1,450 + RL^{*6} * 4,600) / 100$$

- RGa<sup>\*1</sup>; Índice de residuos de cocina en peso mojado(%)
- RPa<sup>\*2</sup>; Índice de papel en peso mojado (%)
- RT<sup>\*3</sup>; Índice de textiles en peso mojado (%)
- RPI<sup>\*4</sup>; Índice de plásticos en peso mojado (%)
- RGr<sup>\*5</sup>; Índice de hierba y madera en peso mojado (%)
- RL<sup>\*6</sup>; Índice de cuero y goma en peso mojado (%)

#### cbb. Previsión del valor calorífico inferior

Con la formula arriba mencionada, el futuro VCI de RSM es estimado multiplicando el VCI en el Cuadro 7.1.3f por el índice de futura composición física que se ve en el Cuadro 7.1.3d.



En el caso de que un sistema de recolección separada no sea introducido, el VCI de residuos mixtos es estimado y tabulado en el Cuadro 7.1.3g.

**Cuadro 7.1.3g Previsión sobre el Valor Calorífico Inferior**

Año	Valor Calorífico Inferior (kcal/kg)
	Mixto
1995	1,254
2000	1,336
2006	1,494

**d. Futuro Flujo de Residuos**

**da. Condiciones de Previsión**

**daa. Reciclaje en la fuente**

El índice de reciclaje de desperdicios de comida (cerca del 3% de la cantidad generada) en las fuentes de generación se mantendrá hasta el 2010.

$$SRA = GA \times 0.03$$

SRA: Cantidad reciclada en la fuente (ton/día)

GA: Cantidad generada (ton/día)

0.03: Índice de reciclaje en la fuente como porcentaje de la cantidad generada

**dab. Disposición propia (area con servicio de recolección)**

Como el estilo de casa más común (unidad individual) seguirá siendo común en el futuro, el índice de disposición propia (cerca del 13% de la cantidad generada) se mantendrá hasta el 2010. Por consiguiente, la cantidad de disposición propia es calculada por la siguiente fórmula.

$$SA = GA \times 0.13$$

SA: Cantidad de disposición propia (ton/día)

0.13: Índice de disposición propia como porcentaje de la cantidad generada

**dac. Disposición propia(área no servida)**

La cantidad de disposición propia en áreas sin servicio de recolección es derivada de la siguiente formula:

$$SA_{(sin)} = GA_{(sin)} \times 0.13$$

$SA_{(sin)}$ : Disposición propia en áreas sin servicio de recolección(ton/día)  
 $GA_{(sin)}$ : Cantidad generada en áreas sin servicio de recolección(ton/día)

**dad. Descarga**

La cantidad de residuos desechados se obtiene por la siguiente formula:

$$DA = GA - SRA - SA - SA_{(sin)}$$

DA: Cantidad desechada(ton/día)

**dae. Reciclaje fuera de las fuentes**

La cantidad de reciclaje fuera de las fuentes aumentará de acuerdo al índice de crecimiento del PIB.

**daf. Otros residuos**

Otros residuos transportados al sitio de disposición aumentarán de acuerdo al índice de crecimiento del PIB.

**dag. Disposición final**

La cantidad dispuesta es calculada por la siguiente formula. Los datos de cálculos son los obtenidos en el sitio de disposición de Acahualinca.

$$LA = DA + DHA - RA$$

LA: Cantidad dispuesta(ton/día)  
DA: Cantidad dispuesta por la Alcaldía(ton/día)  
RA: Cantidad reciclada fuera de las fuentes (ton/día)  
DHA: Cantidad de residuos transportados directamente(ton/día)

**db. Futuro Flujo de Residuos**

El futuro flujo de residuos puede verse en el Cuadro 7.1.3h y Figura 7.1.3a.

**Cuadro 7.1.3h Flujo de Residuos en Managua**

Categoría		Unidad	Año		
			1995	2000	2010
RSM	a. Generación	ton/día	712.2	1,013.0	1,766.6
	b. Disposición propia	ton/día	198.1	196.4	223.3
	c. Reciclaje en la fuente	ton/día	17.9	26.2	47.0
	d. Recolección	ton/día	458.7	747.0	1,430.5
	e. RSM transportados directamente	ton/día	37.5	43.4	65.8
RSI	f. RSI recolectados por ALMA	ton/día	9.2	11.6	17.5
	g. RSI de RIDS	ton/día	194.6	0.0	0.0
	h. RSI transportados directamente	ton/día	5.7	255.8	387.7
i. Reciclaje		ton/día	14.0	20.1	36.4
j. Cantidad residuos sitio disp./día		ton/día	692.3	1,037.7	1,865.1
k. Cantidad residuos en sitio disp./año (jx365)		ton/año	252,690.0	378,761.0	680,762

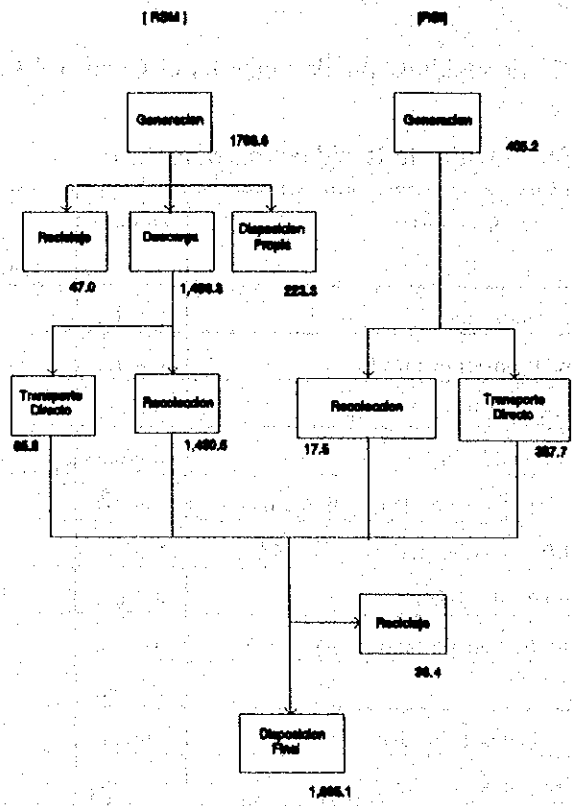


Figura 7.1.3a Flujo de Residuos en el Area de Estudio en el 2010 (ton/día)

#### 7.1.4 Otras Condiciones Previas

##### a. Condiciones Económicas y Financieras

##### aa. Índice de Crecimiento Económico

Es muy difícil prever el futuro de la economía nicaragüense debido a que el país está actualmente en una transición hacia una economía de mercado. Asimismo, incluso la utilización de tendencias de variables económicas para describir situaciones futuras es demasiado arriesgado después de largos años de economía controlada y guerra civil.

Es necesario prever los futuros indicadores económicos para la estimación de volumen de residuos y capacidad económica para averiguar los costos necesarios para formular el Plan Maestro de MRS en Managua. Por consiguiente, las siguientes suposiciones fueron realizadas para futuras proyecciones del PIB y PIRB:

- Mientras el índice de crecimiento de población es asumido que sobrepasa el 3%, el crecimiento real del PIB se toma como superior al 3.5%.
- Los cambios positivos de la economía nicaragüense en 1994 traerán un índice de crecimiento del 2% al 3%.
- Los planes de desarrollo para Nicaragua buscarán un índice de crecimiento económico durante el período 1994-1995 del 5%.

Basándose en las anteriores suposiciones, el PIB es previsto como sigue:

Año	PIB Crecimiento/año
1995	3.5%
1996	4.0%
1997	4.5%
1998-2000	5.0%
2001-2005	4.5%
2006-2010	4.0%

El porcentaje del PIB de Managua fue de cerca del 50% en 1992, pero se estima que su contribución aumentará hasta el 55% para el año 2000. Este valor será adoptado hasta el 2010 en el Estudio.

Las razones para esto son la creencia de que se mantendrá la diferencia de ingresos entre las áreas urbanas y rurales (agrícolas) atrayendo migración urbana y la convergencia de industrias terciarias a la Ciudad de Managua hasta el año 2000.

Basándose en lo anterior, los principales valores del PIB y PIRB por año fueron calculadas, como puede verse en el Cuadro 7.1.4a.

Cuadro 7.1.4a Esquema para el Plan Maestro

	Unidad	1995	2000	2005	2010
PIB	mill.US\$	1,784.8	2,245.4	2,798.2	3,404.5
Porcentaje de Managua	%	51.9	55.0	55.0	55.0
PIRB en Managua	mill.US\$	925.9	1,235.0	1,539.0	1,872.5
Población de Managua	miles	1,127.6	1,452.9	1,733.9	2,069.3
PIRB per cápita	US\$	821.1	850.0	887.6	904.9

**ab. Estimaciones sobre Finanzas de la Ciudad e Ingresos Familiares**

El presupuesto de la ciudad de Managua y los ingresos familiares se asume que son proporcionales al índice de crecimiento del PIRB.

**Cuadro 7.1.4b Capacidad Financiera de ALMA e Ingresos Familiares**

	Unidad	1995	2000	2005	2010
Presupuesto de Managua	mill.US\$	27.7	36.5	45.5	55.4
Ingresos Familiares	US\$/mes	368.6	381.6	389.4	406.2

**b. Condiciones para la Estimación de Costos**

Todas las estimaciones de costos se basan en las siguientes condiciones:

- Los precios y tipos de cambio se basan en los valores de enero de 1995.

$$\text{US\$ } 1.00 = \text{C\$ } 7.1183$$

- La incidencia de la inflación no se toma en consideración.
- Los trabajadores locales que reciben menos de C\$ 25,000/año no tienen que pagar impuestos sobre la renta, pero un 12.5% de seguridad social es deducido de su sueldo.
- Los precios del equipo no disponible en Nicaragua reflejan los niveles de precios en Japón. Estos son presentados en precios CIF en C\$.

La información sobre precios unitarios típicos para trabajos en tierra, en concreto, edificios, etc., fue basada en datos del Ministerio de la Construcción, ALMA y empresas constructoras privadas.

El Cuadro 7.1.4c presenta información sobre precios unitarios disponibles en Nicaragua en enero de 1995.

Cuadro 7.1.4c Precios Unitarios Disponibles en Managua

DESCRIPCION	UNIDAD	PRECIO
1. Salario, incluyendo 12.5% de cargo de Seguridad Social		
- gerente	C\$/pers	4,666
- ingeniero	C\$/pers	3,033
- mecánico	C\$/pers	1,604
- conductor y oficinista	C\$/pers	1,410
- trabajador	C\$/pers	992
2. Trabajos en Tierra		
- Excavación y Compactación: distancia de transporte = 0 a 50 m	C\$/m <sup>3</sup>	30
- Excavación, transporte y compactación		
0 - 1km	C\$/m <sup>3</sup>	34
1 - 5km	C\$/m <sup>3</sup>	44
5 - 10km	C\$/m <sup>3</sup>	54
10 - 15km	C\$/m <sup>3</sup>	64
3. Trabajos de Drenaje		
- Drenaje subterráneo incluyendo excavación, suministro y colocación de gravilla	C\$/m	40
- Drenaje subterráneo con tubería perforada, incluyendo excavación, suministro y colocación de la tubería perforada (D=diámetro) y material de filtraje		
D = 100 mm	C\$/m	180
D = 150 mm	C\$/m	240
D = 300 mm	C\$/m	440
- Dique abierto w=3.0m, incluyendo excavación y formación	C\$/m	290
- Dique abierto en cemento armado w=3.0m, incluyendo todos los trabajos	C\$/m	2,600
- Tubería de concreto D=600mm, incluyendo excavación, cimientto, suministro y colocación de la tubería y el relleno	C\$/m	770
- Alcantarilla tubular de concreto D=1,200mm, incluyendo excavación, cimientto, suministro y colocación de la tubería y el relleno	C\$/m	2,200
4. Trabajos de Pavimentación		
Consistentes en - 5 cm de concreto de asfalto	C\$/m <sup>2</sup>	130
- 20 cm de gravilla mecánicamente estable	C\$/m <sup>2</sup>	
- 20 cm de gravilla de curso	C\$/m <sup>2</sup>	
5. Trabajos en concreto, incluyendo material y trabajos referentes a la estructura, etc		
- Cemento armado	C\$/m <sup>3</sup>	1,400
- Concreto	C\$/m <sup>3</sup>	850
6. Trabajos de Edificación		
- Garage de estructura de acero revestido de acero, incluyendo cimientos y suelo de concreto	C\$/m <sup>2</sup>	1,300
- Edificio de oficinas de cemento armado, incluyendo todos los trabajos	C\$/m <sup>2</sup>	2,300
7. Trabajos Varios		
- Cerca, consistente en malla de alambre galvanizada de 2m de altura eregida sobre postes de acero galvanizados de 2.5m cada uno.	C\$/m	270
- Puerta, 8 m de ancho	C\$/set	3,600
- Arboles de 2.5 a 3.0 m de altura, incluyendo excavación, plantación y todos los trabajos	C\$/piece	40
- Encespado, consiste en el suministro de cesped y tierra y todos los trabajos necesarios	C\$/m <sup>2</sup>	10
8. Materiales		
- Diesel	C\$/lt	1.89
- Gasolina	C\$/lt	4.00
- Gravilla	C\$/m <sup>3</sup>	94.30
- Tierra	C\$/m <sup>3</sup>	8.28
- Arcilla	C\$/m <sup>3</sup>	7.50
- Cemento	C\$/45 kg	25.59
- Concreto		
150 kg/cm <sup>2</sup>	C\$/m <sup>3</sup>	534.75
210 kg/cm <sup>2</sup>	C\$/m <sup>3</sup>	570.85
- Barra reforzada	C\$/kg	4.43
- Energía eléctrica	C\$/kwh	0.51