

Capítulo 3

*Plan Maestro Revisado
para el MRS*

3 Plan Maestro Revisado para el MRS

3.1 Proyecciones del Plan Maestro

3.1.1 Indicadores Socio-Económicos

a. PIB y PRIB

Las condiciones económicas nacionales generalmente afectan la economía del Distrito Central. Sin embargo, el incremento de la ayuda externa y las importaciones, han mitigado estos efectos. Debido a que un 7% de incremento asumido en el P/M parece difícil de realizarse, se asumirá un 5.9% de incremento, para 1998 mientras que para 1999 se asumirá un 4.3%.

Los grandes desastres nacionales usualmente van seguidos de un incremento en el trabajo de reconstrucción. Por consiguiente el 6% de incremento en el PRIB asumido por el borrador del P/M para el 2001 será modificado a 7%.

El PIB y el PRIB en Tegucigalpa se muestran en el Cuadro 9.

Cuadro 9: PIB y PRIB en Tegucigalpa

Unidad: millon de Lps*

Año	PIB	Tasa de Incremento (%)	PRIB	Tasa de Incremento (%)
1997	53,330		13,609	
1998	54,823	2.8	14,416	5.9
1999	53,727	-2.0	15,041	4.3
2000	56,950	6.0	16,094	7.0
2001	60,367	6.0	17,221	7.0
2002	63,386	5.0	18,254	6.0
2003	66,555	5.0	19,349	6.0
2004	69,883	5.0	20,510	6.0
2005	73,377	5.0	21,741	6.0
2006	76,312	4.0	22,828	5.0
2007	79,365	4.0	23,969	5.0
2008	82,539	4.0	25,168	5.0
2009	85,841	4.0	26,426	5.0
2010	89,274	4.0	27,747	5.0

* Precios constantes en 1997

Fuente: Departamento de Finanzas, AMDC

b. Población

Cuadro 10 muestra la proyección de población por grupos de nivel de ingresos hasta el año 2010.

Cuadro 10: Proyección de Población por Grupos de Nivel de Ingresos

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

3.1.2 Cantidad de Residuos y Composición

a. Cantidad de Residuos Generados

a.1 Residuos Meta

Los residuos se definen como materiales provenientes de actividades humanas y animales que son consideradas como cosas inútiles o no deseadas⁴. Sin embargo, todos los materiales, eventualmente pierden su valor. Cantidad de residuos generados, está por lo tanto asociado cercanamente con la población y el consumo per capital, una relación que implica que la generación de residuos incrementa con el incremento del PRIB.

En este estudio, a efecto de predecir la cantidad de generación de residuos se hicieron las siguientes suposiciones:

- 1) La cantidad de generación de todo tipo de residuos, excepto los de la calle, será directamente proporcional a la población.
- 2) La proporción de generación de residuos de todo tipo, excepto los de la calle, incrementará por el 50% de la tasa de crecimiento anual del PRIB anual.
- 3) La tasa de generación de residuos de la calle permanecerá constante hasta el 2010.

El Cuadro 11 muestra la relación entre la tasa de generación de residuos adoptada para este estudio y la tasa de PRIB proyectada hasta el 2010.

Cuadro 11: Tasa de Crecimiento de la Cantidad de Generación de Residuos Proyectada (hasta el 2010)

Año	Crecimiento del PRIB	Tasa de Crecimiento de la Cantidad de Generación de Residuos	
		Excluyendo Residuos de Calle	Residuos de Calle
1998	6.0%	103.0%	0.0%
1999	4.3%	102.2%	0.0%
2000	7.0%	103.5%	0.0%
2001	7.0%	103.5%	0.0%
2002	6.0%	103.0%	0.0%
2003	6.0%	103.0%	0.0%
2004	6.0%	103.0%	0.0%
2005	6.0%	103.0%	0.0%
2006	5.0%	102.5%	0.0%
2007	5.0%	102.5%	0.0%
2008	5.0%	102.5%	0.0%
2009	5.0%	102.5%	0.0%
2010	5.0%	102.5%	0.0%

⁴ Extracto tomado de: "Integrated Solid Waste Management - Engineering Principles and Management Issues"; McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, 1993.

El Cuadro 12 muestra la tasa de cantidad de generación proyectada en base a la tasa de crecimiento proyectada mostrada en el Cuadro 11.

Cuadro 12: Tasa de Cantidad de Generación Proyectada (hasta 2010)

Año	Residuos Municipales								Industrial y Médico Residuo kg/c/d
	Residencial			No-residencial					
	Alto kg/c/d	Medio kg/c/d	Bajo kg/c/d	Comercial kg/c/d	Restaurante kg/c/d	Instituciones kg/c/d	Mercados kg/c/d	Callees kg/km/d	
1998	0.541	0.343	0.328	0.067	0.053	0.015	0.022	158.300	0.012
1999	0.557	0.353	0.338	0.069	0.055	0.016	0.022	158.300	0.012
2000	0.569	0.361	0.345	0.071	0.056	0.016	0.023	158.300	0.012
2001	0.589	0.374	0.357	0.073	0.058	0.017	0.024	158.300	0.013
2002	0.610	0.387	0.370	0.076	0.060	0.017	0.024	158.300	0.013
2003	0.628	0.398	0.381	0.078	0.062	0.018	0.025	158.300	0.014
2004	0.647	0.410	0.392	0.081	0.063	0.018	0.026	158.300	0.014
2005	0.666	0.422	0.404	0.083	0.065	0.019	0.027	158.300	0.015
2006	0.686	0.435	0.416	0.085	0.067	0.020	0.027	158.300	0.015
2007	0.703	0.446	0.426	0.088	0.069	0.020	0.028	158.300	0.015
2008	0.721	0.457	0.437	0.090	0.071	0.021	0.029	158.300	0.016
2009	0.739	0.469	0.448	0.092	0.073	0.021	0.030	158.300	0.016
2010	0.758	0.480	0.459	0.094	0.074	0.022	0.030	158.300	0.017

El Cuadro 13 muestra las cantidades de generación de basura proyectadas hasta el 2010 en base a las tasas proyectadas de generación de residuos y la proyección de la población. Se pronostica que la cantidad de generación de basura diaria incrementará de 491 t/d en 1998 a 1,050 t/d en el 2010.

Cuadro 13: Cantidades de Generación de Residuos Proyectada (hasta 2010)

unidad: ton/día

Año	Residencial				No-residencial						Total	
	Alto	Medio	Bajo	Sub-total	Comercial	Restaurante	Instituciones	Mercados	Calles	ISW, MSW		Sub-total
1998	92	87	139	318	57	45	13	18	28	10	172	491
1999	96	98	146	340	61	48	14	20	28	11	182	522
2000	99	109	152	360	65	51	15	21	28	11	192	552
2001	104	123	160	387	70	55	16	22	28	12	204	591
2002	109	138	168	415	75	59	17	24	30	13	219	634
2003	113	154	176	443	81	63	18	26	30	14	232	676
2004	118	171	185	474	86	68	20	28	30	15	247	720
2005	122	190	193	506	92	73	21	30	32	16	264	770
2007	131	233	210	575	105	83	24	34	35	18	299	874
2008	135	257	218	611	112	88	26	36	36	20	318	929
2009	139	283	227	649	120	94	27	38	38	21	338	988
2010	143	311	236	690	127	100	29	41	40	22	360	1,050

a.2 Residuos Producidos por el Huracán

Los residuos producidos por el huracán que se tomarán en cuenta en el Plan Maestro revisado son:

- a) Aproximadamente 250,000 m³ de residuos de huracán transportados al sitio de disposición final en 1998.
- b) Aproximadamente 50,000m³ de residuos del huracán todavía no recolectados en el Distrito Central y que serán acarreados al sitio de disposición en 1999.

b. Composición de los Residuos

La proyección de la composición de residuos para los años 2004 y 2010 se indica en el Cuadro 14.

Cuadro 14: Proyección de la Composición de Residuos Domiciliarios

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

3.2 Evaluación para el Mejor Sistema Técnico

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

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

Los subsistemas potenciales seleccionados para el Distrito Central se indican en el Cuadro 15.

Cuadro 15: Subsistemas Potenciales del MRS en el Distrito Central

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

Después de la verificación de los diversos subsistemas técnicos asociados al MRS, fue propuesta en el Cuadro 16 la selección de los mejores sistemas técnicos de MRS para el Distrito Central.

Cuadro 16: Mejor Sistema Técnico de MRS

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

3.3 Principio Básico del Plan Maestro

3.3.1 Metas y Objetivos

a. Metas

La meta principal del plan maestro sobre el MRS es:

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

El plan maestro aspira a:

- A. Establecer un manejo de residuos sólidos financieramente sostenible, responsable y estable.
- B. Mejorar las condiciones antiestéticas de la ciudad causadas por los residuos.
- C. Minimizar los impactos negativos causados por el manejo de residuos sólidos.
- D. Proveer a todos los ciudadanos un nivel higiénico aceptable.

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

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

Nota: x significa medidas efectivas.

b. Objetivos

Con el fin de lograr la meta principal del plan maestro, fueron propuestos los objetivos para el establecimiento de los principales componentes del sistema técnico, los cuales se encuentran tabulados en el Cuadro 17.

Cuadro 17: Objetivos para el Establecimiento de los Sistemas Técnicos Principales

		1999	2001	2003	2005	2007	2009	2010
A. Objetivos Principales								
Tasa de recolección	%	64	72	72	79	79	85	85
Tasa de reciclaje	%	3	4	4	4	4	5	5
Longitud de barrido de calles	km	180	180	190	200	220	240	250
Disposición final		Nivel 1		Nivel 2.5 ⁵				
B. Objetivos Detallados								
1. Cantidad de Residuo Generada								
Residuo domiciliario	t/d	512	579	662	753	856	967	1,027
Residuo no domiciliario	t/d	143	163	188	216	246	279	298
Residuo de barrido de calles	t/d	28	28	30	32	35	38	40
2. Cantidad de Recolección								
Recolección de residuo domiciliario	t/d	328	417	476	592	674	823	875
Recolección de residuo no domiciliario	t/d	228	290	333	410	467	561	598
Recolección de barrido de calles	t/d	72	98	113	151	172	224	238
Transporte directo	t/d	28	28	30	32	35	38	40
Transporte indirecto	t/d	29	33	38	43	49	56	60
Disposición in-situ	t/d	21	23	27	31	35	39	42
Reciclaje	t/d	7	9	11	20	22	25	27
No recolectado	t/d	127	96	110	68	75	23	24
3. Tasa de Servicio								
Residentes de ingresos altos	%	64%	72%	72%	79%	79%	85%	85%
Residentes de ingresos medios	%	90%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Residentes de ingresos bajos	%	70%	80%	80%	90%	90%	93%	93%
4. Población Servida								
4.1 Población Servida								
Residentes de ingresos altos	t/d	565,568	685,868	744,099	876,247	952,705	1,104,564	1,150,740
Residentes de ingresos medios	t/d	154,848	176,353	180,232	183,595	186,333	188,326	189,000
Residentes de ingresos bajos	t/d	194,552	263,099	308,969	405,577	470,642	561,666	602,640
Residentes de ingresos muy bajos	t/d	216,169	246,417	254,899	287,075	295,729	354,572	359,100
4.2 Población No Servida								
Residentes de ingresos altos	t/d	316,754	267,389	285,796	236,448	249,446	194,235	199,260
Residentes de ingresos medios	t/d	17,205	0	0	0	0	0	0
Residentes de ingresos bajos	t/d	83,379	65,775	77,242	45,064	52,294	42,276	45,360
Residentes de ingresos muy bajos	t/d	216,169	201,614	208,554	191,384	197,153	151,959	153,900
5. Cantidad de Disposición Final								
Residuo municipal	t/d	356	449	513	638	726	881	939
Otros	t/d	345	436	499	622	707	860	916
Otros	t/d	11	12	14	16	18	21	22

⁵ Nivel 2.5 significa relleno sanitario sin revestimiento (membrana) para lixiviados.

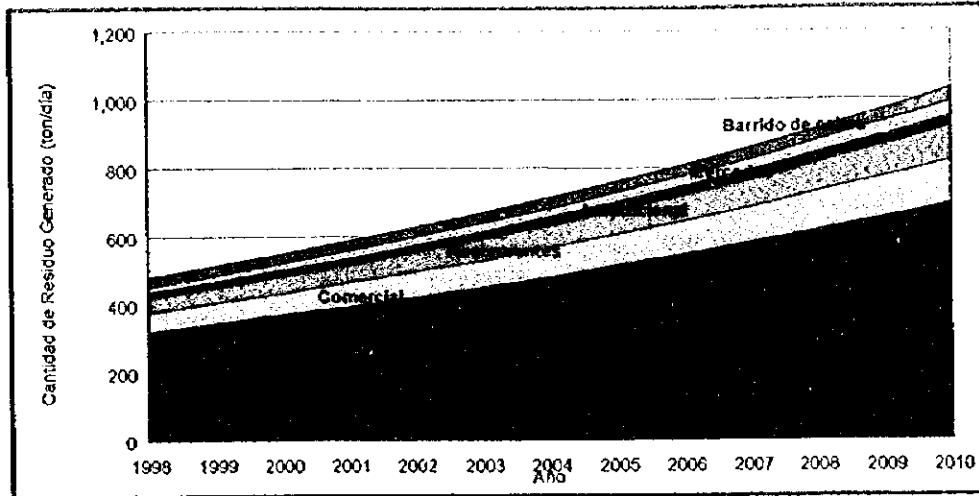


Figura 5: Proyección de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2010

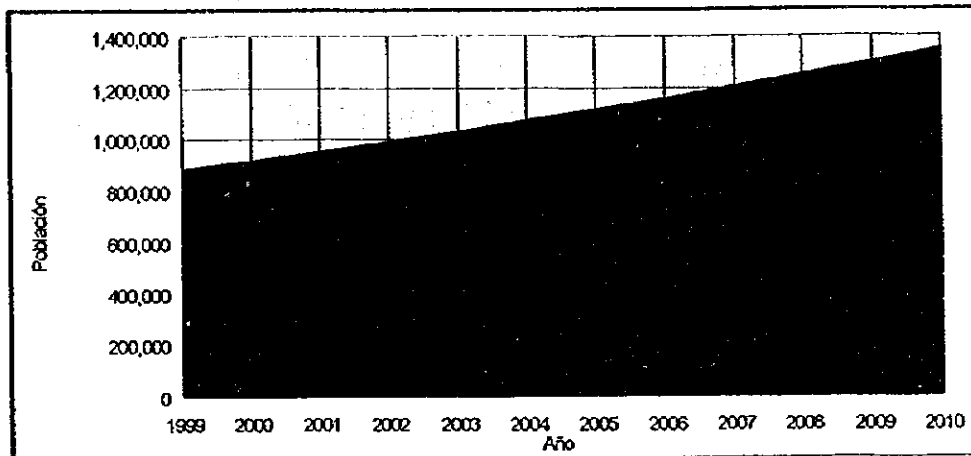


Figura 6: Plan Maestro de la Población Servida

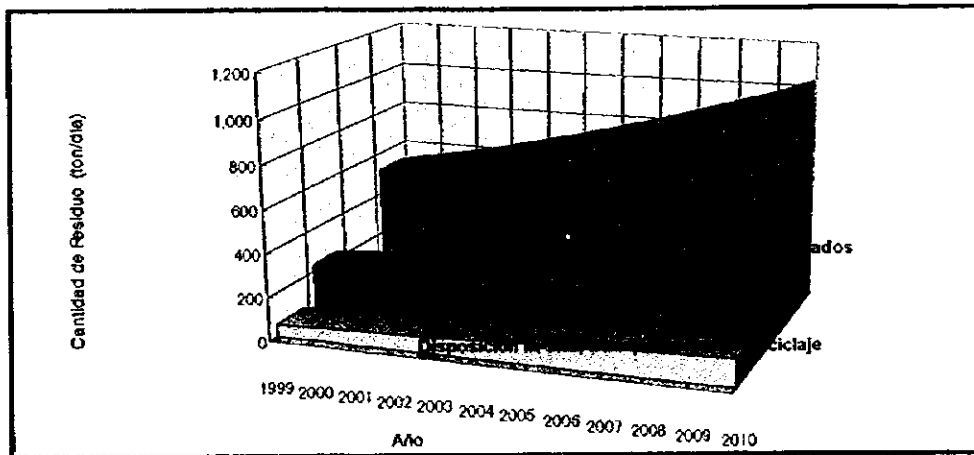


Figura 7: Plan Maestro de la Recolección y Transporte de Residuos

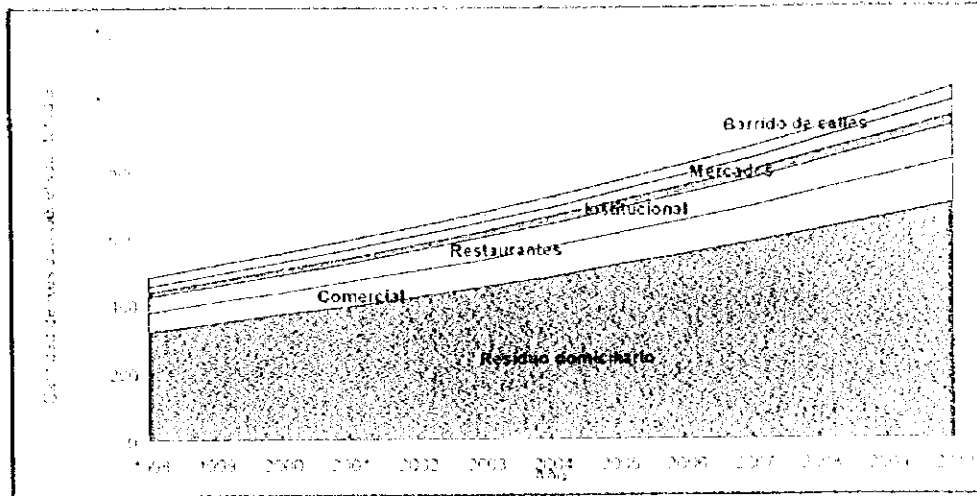


Figura 5: Proyección de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2010

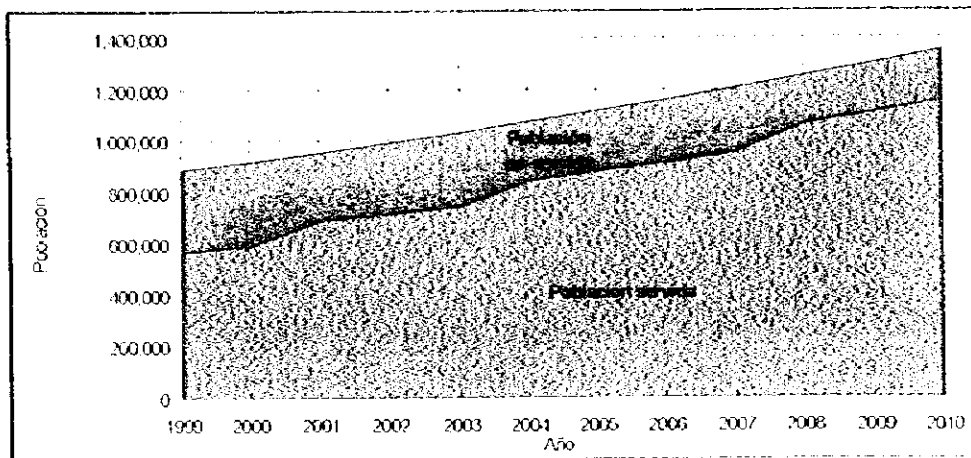


Figura 6: Plan Maestro de la Población Servida

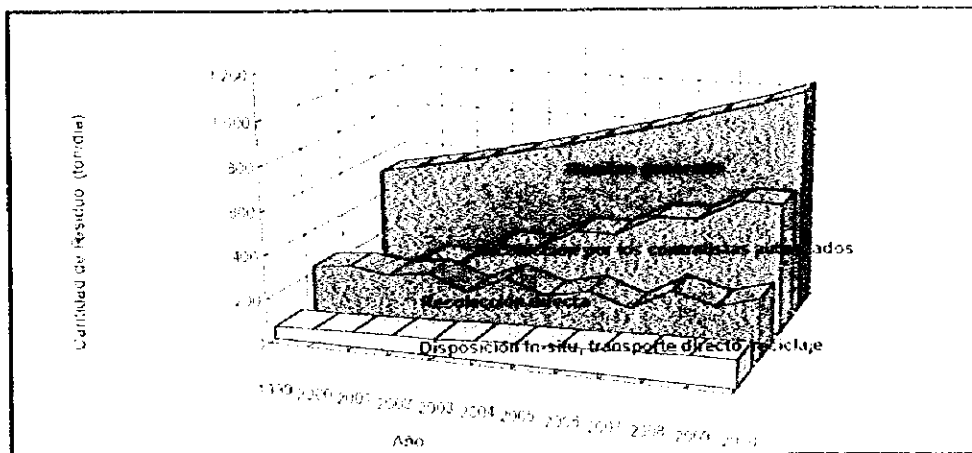


Figura 7: Plan Maestro de la Recolección y Transporte de Residuos

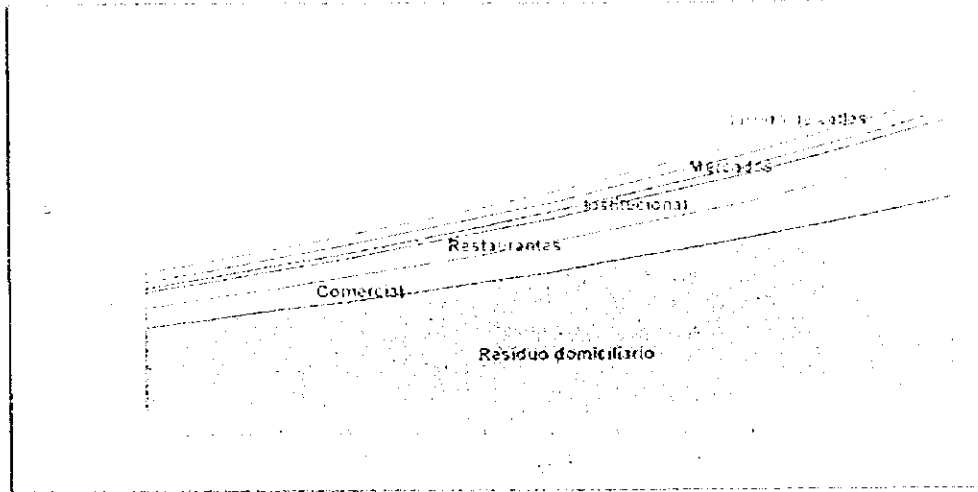


Figura 5 Proyección de la Cantidad de Residuos Generados hasta el Año 2010

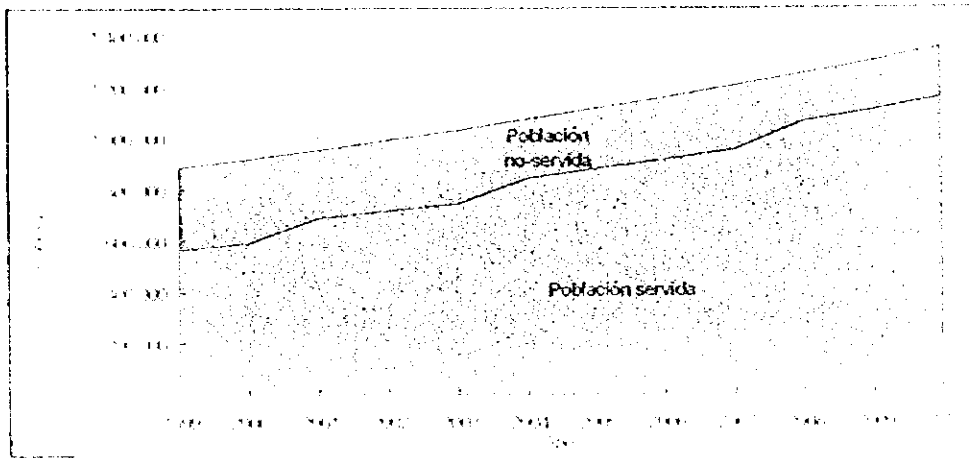


Figura 6 Plan Maestro de la Población Servida

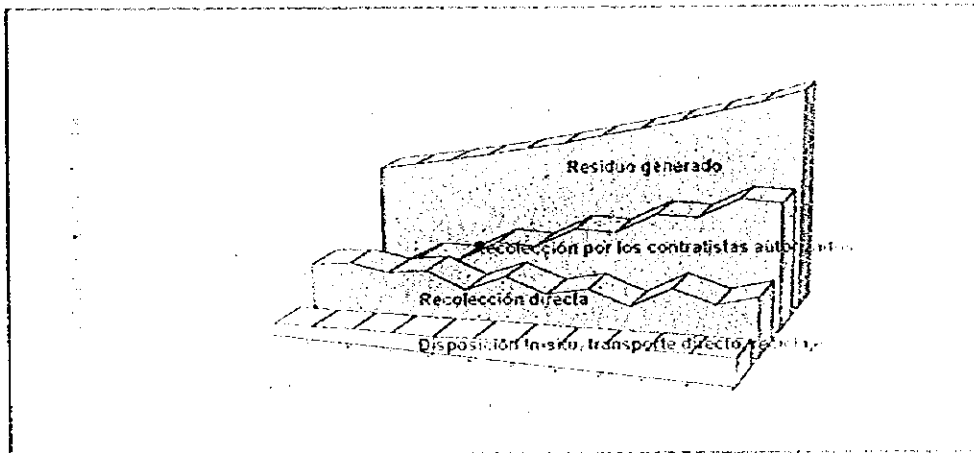


Figura 7 Plan Maestro de la Recolección y Transporte de Residuos

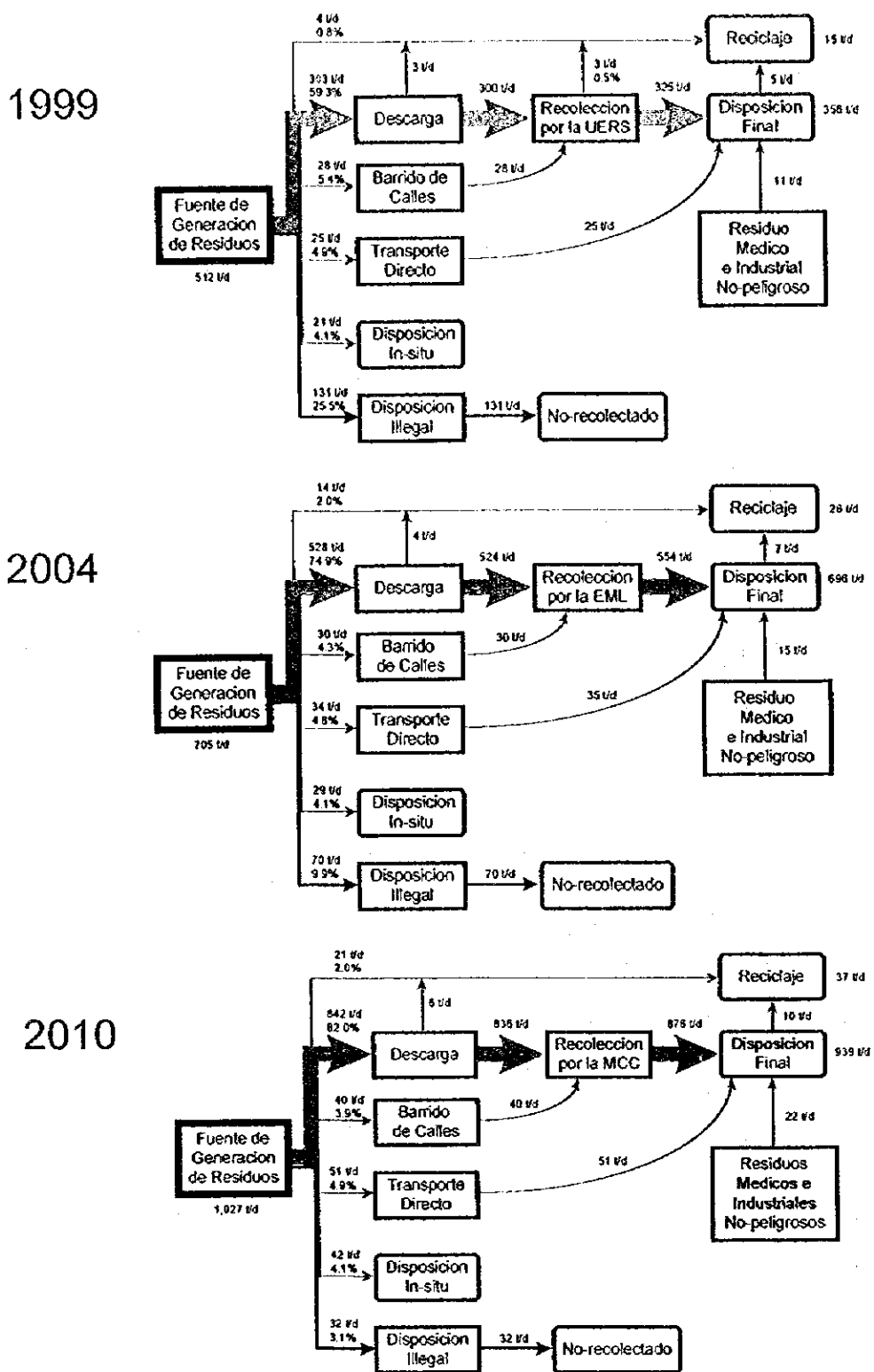


Figura 8: Proyecciones del Flujo de los Residuos del Distrito Central

3.3.2 Conceptos del Plan Maestro

a. Sistema Institucional, Organizativo y Financiero

a.1 Sistema Institucional

- 1) La participación del sector privado será extendida.
- 2) La situación actual de limpieza será mejorada.

a.2 Sistema de Organización

- 1) El organismo ejecutor del manejo de residuos sólidos se convertirá en una entidad autónoma, creando una Empresa Municipal de Limpieza (EMI) para brindar más flexibilidad y estabilidad.
- 2) Será establecido un sistema de contabilidad auto-sostenible para que el ingreso de las tarifas de recolección de residuos sea asignado solamente a los trabajos de manejo de residuos sólidos.

a.3 Sistema Financiero

- 1) El nuevo sistema de tarifas de residuos estará basado en la combinación más adecuada de los siguientes conceptos.
 - Principio de quien contamina, paga (los generadores de residuos pagan por los costos del MRS)
 - Mecanismo de subsidio cruzado (la gente más acaudalada paga por la menos afortunada)
 - Reducción de los costos por recaudación de la tarifa de residuos.
 - Fortalecimiento del sistema de recaudación.
 - Niveles de servicios diferentes en conformidad con el monto de la tarifa de recaudación pagada.
- 2) Se aplicará una tarifa de disposición de residuos a los que transporten directamente la basura.

a.4 Sistema Administrativo

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

a.5 Educación y Aumento de Conciencia

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

- 1) Informar a los ciudadanos sobre:
 - Problemas ambientales y sanitarios relacionados con el MRS.
 - Cambios en la estructura organizativa, responsabilidades y poderes legales de la organización.
 - Legislación existente que explique las multas y medidas punitivas para los transgresores y los procedimientos de aplicación.
 - Deberes y responsabilidades de los ciudadanos que incluyen recaudación de tarifas de residuos y métodos de pago.
 - Procedimientos para presentar reclamos a las autoridades.
- 2) Institucionalizar el programa de educación municipal "Alcaldía Móvil" como medio para promover la participación social en el mejoramiento de la salud pública a través de campañas de limpieza y atención médica para los residentes, así como actividades culturales (atención médica prenatal y posterior al nacimiento, programas de inmunización, chequeo dental, etc.).
- 3) Programas de educación para estudiantes y grupos locales, utilizando efectivamente los recursos existentes.

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

- Asuntos públicos
- Operaciones
- Servicios de apoyo

b. Sistema Técnico

b.1 Almacenamiento y descarga

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

b.2 Recolección y transporte

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

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

b.3 Procesamiento, tratamiento y reciclaje

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

b.4 Barrido de calles

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

b.5 Disposición final

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

b.6 Sistema de mantenimiento

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

3.4 Plan Maestro para el MRS

Sistema	Descripción																																														
I. Sistema Institucional																																															
1.1 Administración y organización	<p>1) En 1999 será establecida la Unidad Ejecutora para los Residuos Sólidos (UERS); ésta será un organismo temporal que estará directamente vinculado al despacho del alcalde.</p> <p>2) Para el año 2000 se establecerá la Empresa Municipal de Limpieza (EMI), que será una Entidad Autónoma para el Manejo de Residuos Sólidos. La AMDC contará con por lo menos el 51% del capital total de la EMI.</p>																																														
1.2 Sistema financiero																																															
1.2.1 Sistema de Recaudación de tarifas de residuos	Para el 2001 se iniciará la facturación conjunta de tarifas por recolección de residuos y cobros por electricidad.																																														
1.2.2 Tarifa de recolección de residuos	<p>1) En 1999, se pone en efecto la nueva tarifa de recolección de residuos a los negocios. Como se muestra abajo, la tarifa está basada en los ingresos anuales, los cuales se resumen en el cuadro de tarifas propuesto.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ingreso Anual de Negocios</th> <th>Tarifa (establecimiento/mes)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta Lps 50,000.00</td> <td>Lps.40.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.50,000.01 - 100,000.00</td> <td>Lps.80.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.100,000.01 - 300,000.00</td> <td>Lps.125.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.300,000.01 - 600,000.00</td> <td>Lps.180.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.600,000.01 - 1,000,000.00</td> <td>Lps.240.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.1,000,000.01 - 2,000,000.00</td> <td>Lps.325.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.2,000,000.01 - 5,000,000.00</td> <td>Lps.500.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.5,000,000.01 - 10,000,000.00</td> <td>Lps.700.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.10,000,000.01 - 15,000,000.00</td> <td>Lps.800.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.15,000,000.01 - 20,000,000.00</td> <td>Lps.1,000.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.20,000,000.01 - 30,000,000.00</td> <td>Lps.1,300.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.30,000,000.01 - 40,000,000.00</td> <td>Lps.1,500.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.40,000,000.01 - 60,000,000.00</td> <td>Lps.1,600.00</td> </tr> <tr> <td>Más de Lps.60,000,000.01</td> <td>Lps.1,800.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) En el 2001, se introducirá otro nuevo sistema de tarifa de recolección de residuos.</p> <p>a. Tarifa de recolección de residuos domiciliarios (Lps/mes/casa)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2001</th> <th>2003</th> <th>2008</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ingreso alto:</td> <td>Lps. 63</td> <td>Lps. 70</td> <td>Lps. 80</td> </tr> <tr> <td>Ingreso medio:</td> <td>Lps. 22</td> <td>Lps. 33</td> <td>Lps. 36</td> </tr> <tr> <td>Ingreso bajo:</td> <td>Lps. 11</td> <td>Lps. 18</td> <td>Lps. 20</td> </tr> </tbody> </table> <p>b. Tasa de servicio de recolección para grandes descargadores:</p> <p>Lps. 480/ton en 2001 Lps. 530/ton en 2008</p> <p>c. Tasa de transporte directo: Lps. 50/ton en 2001 Lps. 55/ton en 2008</p>	Ingreso Anual de Negocios	Tarifa (establecimiento/mes)	Hasta Lps 50,000.00	Lps.40.00	Lps.50,000.01 - 100,000.00	Lps.80.00	Lps.100,000.01 - 300,000.00	Lps.125.00	Lps.300,000.01 - 600,000.00	Lps.180.00	Lps.600,000.01 - 1,000,000.00	Lps.240.00	Lps.1,000,000.01 - 2,000,000.00	Lps.325.00	Lps.2,000,000.01 - 5,000,000.00	Lps.500.00	Lps.5,000,000.01 - 10,000,000.00	Lps.700.00	Lps.10,000,000.01 - 15,000,000.00	Lps.800.00	Lps.15,000,000.01 - 20,000,000.00	Lps.1,000.00	Lps.20,000,000.01 - 30,000,000.00	Lps.1,300.00	Lps.30,000,000.01 - 40,000,000.00	Lps.1,500.00	Lps.40,000,000.01 - 60,000,000.00	Lps.1,600.00	Más de Lps.60,000,000.01	Lps.1,800.00		2001	2003	2008	Ingreso alto:	Lps. 63	Lps. 70	Lps. 80	Ingreso medio:	Lps. 22	Lps. 33	Lps. 36	Ingreso bajo:	Lps. 11	Lps. 18	Lps. 20
Ingreso Anual de Negocios	Tarifa (establecimiento/mes)																																														
Hasta Lps 50,000.00	Lps.40.00																																														
Lps.50,000.01 - 100,000.00	Lps.80.00																																														
Lps.100,000.01 - 300,000.00	Lps.125.00																																														
Lps.300,000.01 - 600,000.00	Lps.180.00																																														
Lps.600,000.01 - 1,000,000.00	Lps.240.00																																														
Lps.1,000,000.01 - 2,000,000.00	Lps.325.00																																														
Lps.2,000,000.01 - 5,000,000.00	Lps.500.00																																														
Lps.5,000,000.01 - 10,000,000.00	Lps.700.00																																														
Lps.10,000,000.01 - 15,000,000.00	Lps.800.00																																														
Lps.15,000,000.01 - 20,000,000.00	Lps.1,000.00																																														
Lps.20,000,000.01 - 30,000,000.00	Lps.1,300.00																																														
Lps.30,000,000.01 - 40,000,000.00	Lps.1,500.00																																														
Lps.40,000,000.01 - 60,000,000.00	Lps.1,600.00																																														
Más de Lps.60,000,000.01	Lps.1,800.00																																														
	2001	2003	2008																																												
Ingreso alto:	Lps. 63	Lps. 70	Lps. 80																																												
Ingreso medio:	Lps. 22	Lps. 33	Lps. 36																																												
Ingreso bajo:	Lps. 11	Lps. 18	Lps. 20																																												
1.3 Sistema de gestión	<p>1) La capacidad de contabilidad, financiera, planificación, monitoreo, y supervisión de la EMI, deberá ser mejorada.</p> <p>2) La participación del sector privado será gradualmente extendida en los servicios de MRS</p> <p>3) La operación de los servicios de recolección y transporte deberá gradualmente cambiar del sector público al sector privado. En ese proceso la EMI, operará directamente al menos el 25% de los trabajos de recolección y transporte.</p> <p>4) La EMI, realizará una licitación abierta de manera tal que los procedimientos sean transparentes para el público en general.</p> <p>5) La EMI, limitará la cantidad a ser recolectada en un área contratada a menos de 50 ton/día.</p> <p>6) La tasa de contratación de los trabajos de recolección y transporte será mantenida a menos de 300 Lps. por tonelada.</p>																																														

2. Technical System																																																																						
2.1 Descarga y almacenamiento	<p>1) La EMI. no cargará ningún costo relacionado con el sistema de descarga y almacenamiento, a excepción del costo de los contenedores comunales.</p> <p>2) La EMI. promoverá a los habitantes a utilizar bolsas plásticas o recipientes plásticos para almacenar los residuos.</p> <p>3) El sistema de descarga separada comenzará a partir del 2008 en áreas apropiadas.</p>																																																																					
2.2 Recolección y transporte	<p>1) La UERS de la AMDC será el organismo ejecutor desde 1999 hasta 2000 y después del 2001 la entidad ejecutora será la EMI..</p> <p>2) La participación del sector privado será gradualmente extendida, pero la EMI. operará directamente por lo menos el 25% del total de los trabajos de recolección y transporte. El P/M propone la adjudicación de trabajos de recolección tal como sigue:</p> <p style="text-align: right;">unidad: ton/día</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de operadores</th> <th>1999</th> <th>2001</th> <th>2004</th> <th>2006</th> <th>2008</th> <th>2009</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Operación Directa</td> <td>228</td> <td>217</td> <td>254</td> <td>233</td> <td>273</td> <td>223</td> </tr> <tr> <td>Operación a Contratista</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>300</td> <td>400</td> <td>500</td> <td>600</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) Frecuencia de Recolección</p> <p style="padding-left: 40px;">Centro de la ciudad y áreas residenciales de altos ingresos: tres veces a la semana</p> <p style="padding-left: 40px;">Otras áreas: dos veces por semana</p> <p>4) Tipo de equipo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Área</th> <th>Equipo de recolección</th> <th>Método de recol.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Áreas resid. Estándar</td> <td>Cam. compactador 15m³</td> <td>En la acera</td> </tr> <tr> <td>Áreas comerciales</td> <td>Cam. compactador 15m³</td> <td>En la acera</td> </tr> <tr> <td>Áreas comerc. concurr.</td> <td>Cam. compactador 8m³</td> <td>En la acera</td> </tr> <tr> <td>Áreas marginales</td> <td>Contenedor 5.5- 10 m³</td> <td>Recoloc. Puntual</td> </tr> <tr> <td>Residuos de calles</td> <td>Contenedor 5.5- 10 m³</td> <td>Recoloc. Puntual</td> </tr> </tbody> </table> <p>5) Tipo Equipo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo equipo</th> <th>1999</th> <th>de 2001 a 2010</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Compactador de 15m³</td> <td>11</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Compactador de 13m³</td> <td>9</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Compactador de 8m³</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volqueta de 12m³</td> <td>10</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Grúa de 5.5 m³</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Camión brazo flexible 10 m³</td> <td>1</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Contenedores 5.5 m³</td> <td>10</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Contenedores 10 m³</td> <td>12</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Volquetas rentadas de 6 m³</td> <td>0</td> <td>varía de 0 a 8</td> </tr> </tbody> </table> <p>unidad: nos</p>	Tipo de operadores	1999	2001	2004	2006	2008	2009	Operación Directa	228	217	254	233	273	223	Operación a Contratista	100	200	300	400	500	600	Área	Equipo de recolección	Método de recol.	Áreas resid. Estándar	Cam. compactador 15m ³	En la acera	Áreas comerciales	Cam. compactador 15m ³	En la acera	Áreas comerc. concurr.	Cam. compactador 8m ³	En la acera	Áreas marginales	Contenedor 5.5- 10 m ³	Recoloc. Puntual	Residuos de calles	Contenedor 5.5- 10 m ³	Recoloc. Puntual	Tipo equipo	1999	de 2001 a 2010	Compactador de 15m ³	11	15	Compactador de 13m ³	9	0	Compactador de 8m ³	0	3	Volqueta de 12m ³	10	7	Grúa de 5.5 m ³	1	5	Camión brazo flexible 10 m ³	1	5	Contenedores 5.5 m ³	10	50	Contenedores 10 m ³	12	50	Volquetas rentadas de 6 m ³	0	varía de 0 a 8
Tipo de operadores	1999	2001	2004	2006	2008	2009																																																																
Operación Directa	228	217	254	233	273	223																																																																
Operación a Contratista	100	200	300	400	500	600																																																																
Área	Equipo de recolección	Método de recol.																																																																				
Áreas resid. Estándar	Cam. compactador 15m ³	En la acera																																																																				
Áreas comerciales	Cam. compactador 15m ³	En la acera																																																																				
Áreas comerc. concurr.	Cam. compactador 8m ³	En la acera																																																																				
Áreas marginales	Contenedor 5.5- 10 m ³	Recoloc. Puntual																																																																				
Residuos de calles	Contenedor 5.5- 10 m ³	Recoloc. Puntual																																																																				
Tipo equipo	1999	de 2001 a 2010																																																																				
Compactador de 15m ³	11	15																																																																				
Compactador de 13m ³	9	0																																																																				
Compactador de 8m ³	0	3																																																																				
Volqueta de 12m ³	10	7																																																																				
Grúa de 5.5 m ³	1	5																																																																				
Camión brazo flexible 10 m ³	1	5																																																																				
Contenedores 5.5 m ³	10	50																																																																				
Contenedores 10 m ³	12	50																																																																				
Volquetas rentadas de 6 m ³	0	varía de 0 a 8																																																																				

<p>2.3 Procesamiento, tratamiento, reciclaje</p>	<p>1) Directrices básicas</p> <p>a) No serán contempladas plantas de tratamiento ni de procesamiento que sean operadas por la EML, considerando que la adquisición y operación del relleno no representan una carga onerosa sobre la autoridad propuesta para el manejo de residuos.</p> <p>b) La UERS de la AMDC promoverá las actividades de reciclaje alentando la participación del sector privado y evitando la relación directa en la ejecución de las actividades de reciclaje.</p> <p>c) El sistema de descarga separada será primeramente aplicado en áreas de ingresos altos, donde se halla más material reciclable dentro de los residuos generados y gradualmente será expandida a las áreas residenciales de ingresos medio y bajo.</p> <p>2) Plan de implementación</p> <p>a) En el 2004 será implementado el primer programa de reciclaje que contemple la recolección de materiales reciclables de mercados y áreas públicas.</p> <p>b) En el 2008 será implementado el segundo programa de reciclaje que contemple la recolección de materiales reciclables en establecimientos escolares.</p> <p>c) En el 2007 será establecida una empresa conjunta de reciclaje por la AMDC y el sector privado. Esta empresa contará con una planta de selección manual cerca del nuevo sitio de disposición y comenzará su operación en el 2008 empleando recuperadores para las actividades de selección.</p> <p>d) En el 2008 la EML prohibirá el ingreso de personas ajenas al sitio de disposición.</p> <p>e) En el 2008 la EML comenzará la recolección de separación en forma oficial.</p>
<p>2.4 Sistema de barrido de calles</p>	<p>1) Los actuales trabajos de barrido de calles son realizados principalmente en forma manual y se considera que es un método apropiado hasta el año 2010; teniendo en cuenta los bajos costos de la mano de obra y las deficientes condiciones de las vías que deteriorarían el equipo mecanizado de barrido de calles. Por lo tanto, este sistema básicamente será mantenido hasta el año 2010.</p> <p>2) Serán efectuadas las siguientes medidas de mejoramiento:</p> <p>a) Utilización económica de micro-empresas</p> <p>b) Instalar más recipientes para basura a lo largo de las calles</p> <p>c) Aumentar el número de puntos de recolección</p> <p>d) Usar un nuevo tipo de carretilla para recolectar la basura</p> <p>e) Establecer oficinas con suficiente espacio</p>
<p>2.5 Disposición final</p>	<p>1) Sitio de Disposición Final Existente</p> <p>a) En 1999, las condiciones en el sitio serán mejoradas para un mayor nivel sanitario.</p> <p>b) Se estimulará la cooperación y participación de los rebuscadores.</p> <p>2) Nuevo Sitio de Disposición Final</p> <p>a) En 1999, se conducirá el Estudio de Factibilidad, de EIA, la selección oficial del sitio, adquisición de tierras, diseño detallado y selección de contratista.</p> <p>b) En 2000, se construirá el nuevo sitio de disposición.</p> <p>c) En 2001, comenzará la operación del nuevo sitio de disposición.</p> <p>3) Sitio de Disposición Final para la Siguiente Etapa</p> <p>a) En 2008, comenzará la selección del sitio.</p> <p>b) En 2011, se dará inicio a la construcción del nuevo sitio de disposición.</p> <p>c) En 2012, comenzará la operación del nuevo sitio de disposición final.</p>
<p>2.6 Operación y mantenimiento</p>	<p>El empleo de un gran número de personas es riesgoso y dificulta también el mantenimiento del nivel de manejo requerido. Por lo tanto, se recomienda que el sector privado participe en los trabajos para el MRS con el fin de reducir el volumen y la carga de trabajo sobre la autoridad responsable del MRS</p>
<p>2.7 Educación higiénica</p>	<p>1) A través de la campaña Alcaldía Móvil será fortalecida la educación sobre higiénica.</p> <p>2) La educación en las escuelas será realizada utilizando el libro de texto "Aprendamos acerca de la Basura, el video relacionado con los residuos sólidos, etc.</p>

3.5 Costos del Proyecto de MRS

a. Costos Totales desde 1999 hasta el 2010

Cuadro 18: Resumen de los Costos Comprendidos en el Manejo de Residuos Sólidos (MRS)

Unidad: millones de Lps.

Actividades		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Administración												
1.1	Reforma Institucional, Organizativa y Financiera												
	Reforma institucional												
	Mejorar el sistema financiero												
	Reforma organizativa												
	Mejorar la capacidad administrativa												
1.2	Educación sobre Higiene												
	Llevar a cabo la campaña Alcaldía "Movil"												
	Realizar educación sobre higiene en escuelas												
	Iniciar educación sobre reciclaje												
1.3	Trabajos Administrativos Generales												
Costo	Costo de operación y mantenimiento	28	29	39	39	44	42	49	43	48	50	49	53
Costo	Costos totales	28	29	39	39	44	42	49	43	48	50	49	53
2	Sistema de Recolección y Transporte												
	Diseño detallado de veh. de recolección (1ra fase)												
	Arreglo de la fuente financiera (1ra fase)												
	Obtención de veh. de recolección (1ra fase)												
	Operación de veh. obtenidos en la 1ra fase												
	Diseño detallado de veh. de recolección (2da fase)												
	Arreglo de la fuente financiera (2da fase)												
	Obtención de veh. de recolección (2da fase)												
	Operación de veh. obtenidos en la 2da fase												
Costo	Inversiones	0.0	409	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	409	0.0	0.0	0.0
Costo	Costos de operación y mantenimiento	11.0	11.5	12.7	12.7	14.6	12.7	16.5	12.7	14.6	14.6	12.7	14.6
Costo	Contratación	138	138	219	219	219	329	329	438	438	548	65.7	65.7
Costo	Costos totales	248	662	346	346	346	456	494	565	993	694	78.4	80.3
3	Sistema de Reciclaje												
	Preparación para reciclaje en pto. de recolec. (1 fase)												
	Reciclaje en pto. de recolección, comienza (1ra fase)												
	Preparación para reciclaje en pto. de recolec. (2 fase)												
	Reciclaje en pto. de recolección, comienza (2da fase)												
	Creación de una compañía recicladora por la EML y el sector privado												
	Construcción de una planta para la selección												
	Recolección separada por la EML, inicia												
	Compañía de reciclaje, inicia operaciones												
Costo	Inversiones	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	2.7	0.7	0.0	0.0
Costo	Costos de operación y mantenimiento	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.5	0.5	1.0	1.0	1.0
Costo	Costos totales	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	0.5	0.5	0.5	3.2	1.7	1.0	1.0
4	Sistema de Barrido de Calles												
	Incrementar pequeños contenedores en las calles												
	Incrementar número de puntos de recolección												
	Incorporar nuevo tipo de carreta para cargar basura recolectada												
	Instalar oficinas de sitio												
	Operar con el nuevo método												
Costo	Inversiones	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.4	0.0	0.0
Costo	Costos de operación y mantenimiento	2.8	2.8	3.3	3.5	3.5	3.5	3.7	3.9	4.1	4.2	4.4	4.6
Costo	Contratación	6.7	6.7	6.7	7.1	7.1	7.1	7.5	7.9	8.2	8.6	9.0	9.3
Costo	Costos totales	9.6	10.4	10.0	10.6	10.6	10.6	11.2	11.7	13.1	13.2	13.4	14.0
5	Sistema de Disposición Final												
	Sitio de Disposición Existente												
	Mejoramiento del sitio de disposición existente												
	Operación												
	Nuevo Sitio de Disposición												
	E/F, EIA, diseño detallado, adquis. del terreno,												
	Construcción												
	Operación												
	Praximo Sitio de Disposición												
	Ubicación del nuevo sitio de disposición												
	E/F, EIA, diseño detallado, adquis. del terreno,												
Costo	Inversiones	3.7	42.4	0.0	3.7	1.2	0.0	13.4	7.8	0.7	7.4	0.7	4.7
Costo	Costos de operación y mantenimiento	5.0	5.2	5.6	5.7	6.6	6.8	6.8	6.9	7.8	8.0	9.0	9.0
Costo	Costos totales	8.7	47.6	5.6	9.4	7.8	6.8	20.2	14.7	8.5	15.4	9.7	13.7
Costo	Inversiones	3.7	84.1	0.0	3.7	2.8	0.0	13.4	7.8	45.1	8.4	0.7	4.7
Costo	Costos de operación y mantenimiento	21.7	22.5	25.5	25.8	29.1	27.7	32.4	28.3	31.8	32.8	32.0	34.4
Costo	Contratación	20.6	20.6	28.6	29.0	29.0	40.0	40.3	51.7	52.0	63.3	74.7	75.0
Costo	Costos totales	45.9	127.2	54.2	58.5	60.8	67.7	86.1	87.7	128.9	104.6	107.4	114.2

b. Análisis de Costos

Cuadro 19: Costos Unitarios Estimados de MRS

Concepto	(Unidad: Lps/Ton)			
	1997*	Promedio 1999 a 2000**	Promedio 2001 a 2007	Promedio 2008 to 2010
Recolección y transporte ***	83.6	203.9	257.3	272.2
Barrido de calles***	N.D.	920.2	976.2	977.2
Disposición final	5.5	40.2	62.9	49.7
Reciclaje	0	0	278.6	314.1
Otros	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total trabajos MRS	130.2	321.3	376.7	368.3

* Excluye depreciación.

** Incluye depreciación para sitio de disposición final.

*** Incluye el costo de contratación.

Los costos unitarios por los trabajos de recolección y transporte son desglosados de la siguiente manera:

Costos de operación directa: 210.17 Lps./Ton

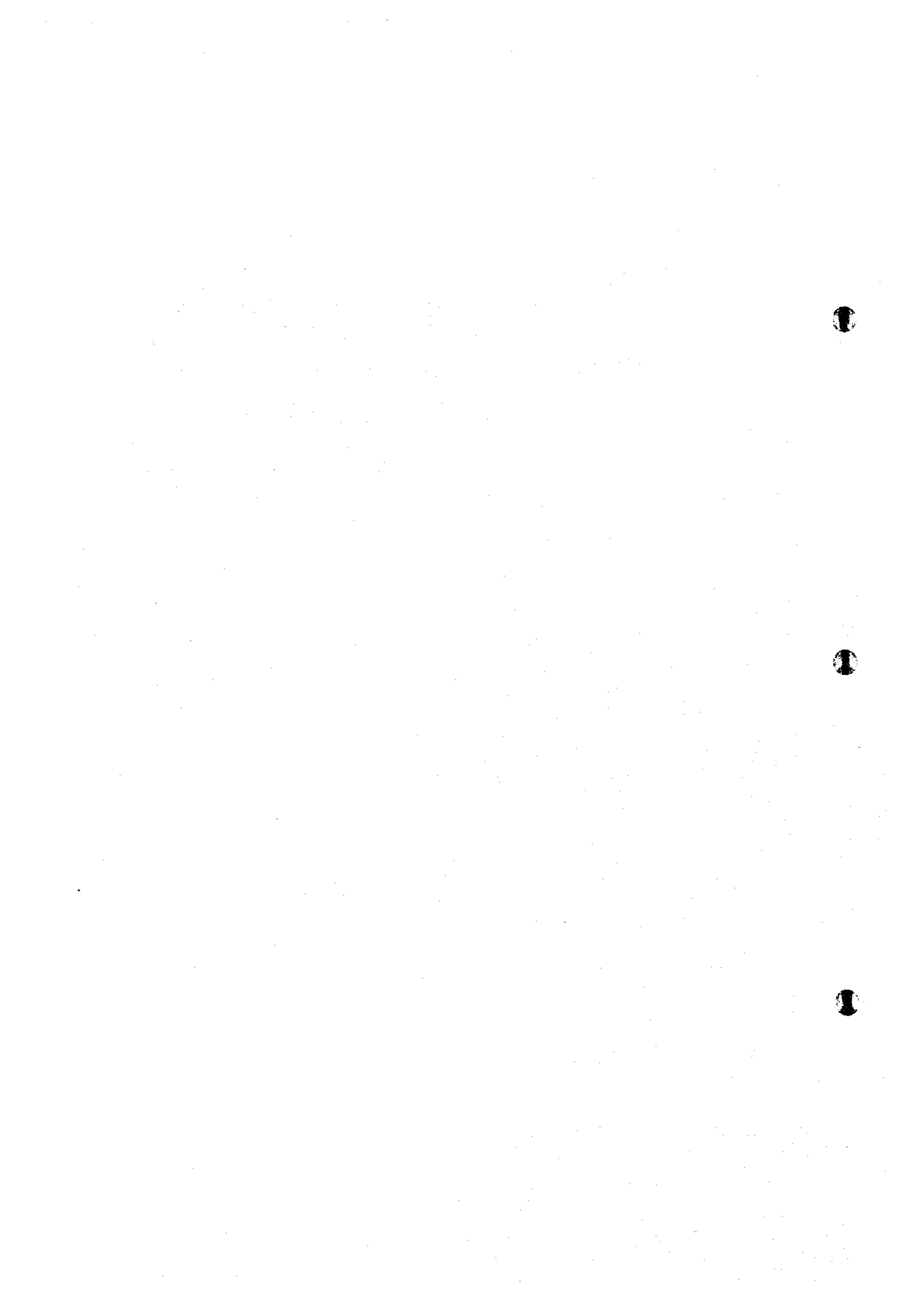
Precios de contratación: Lps. 379.0 por tonelada en 1999 y 2000

Lps. 300.0 por tonelada después del 2000

Los costos para que la autoridad propuesta para el manejo de residuos opere directamente los trabajos de recolección y transporte (210.17 Lps./Ton) excluyen los costos administrativos y financieros, mientras que los precios por contratación por parte de dicha autoridad incluyen tanto los costos como las ganancias.

Capítulo 4

Implementación de los Proyectos Pilotos



4 Implementación de los Proyectos Pilotos

Para verificar la factibilidad de los sistemas técnicos propuestos en el plan maestro, presentar las técnicas de MRS y recopilar datos e informaciones necesarios fueron llevados a cabo los siguientes cuatro proyectos pilotos, durante el estudio en Honduras. El propósito y las actividades de cada proyecto piloto son presentadas con fotografías en el Apéndice.

- 1) Campaña de Concientización relacionada con los Residuos Sólidos
- 2) Experimento sobre la Implementación del Mejor Sistema de Recolección para Áreas Marginales
- 3) Experimento sobre el Mejoramiento del Sitio Existente de Disposición Final
- 4) Mejoramiento de la Capacidad de Gestión del Departamento de Limpieza y Aseo

4.1 Campaña de Concientización relacionada con los Residuos Sólidos

a. Reseña del Proyecto

Este proyecto piloto tiene el propósito de fortalecer el programa educativo relacionado con los residuos sólidos dentro de la campaña "Alcaldía Móvil"⁶, que es ejecutada en la actualidad por la AMDC enfocando el mejoramiento sanitario de la comunidad.

La campaña se enfocó primordialmente en sensibilizar al público sobre los riesgos potenciales que representan los residuos sólidos, la necesidad de un manejo adecuado de residuos sólidos, la responsabilidad tanto de los ciudadanos como la AMDC y las maneras necesarias de la participación pública.

b. Resultados

- a) La ejecución del proyecto de la campaña y la presentación de paneles educativos y video han despertado el interés de la gente hacia los problemas ambientales que prevalecen actualmente. La mayoría de los líderes y residentes de la comunidad han participado y cooperado activamente durante el desarrollo de la campaña.
- b) El experimento ha ayudado a hacer ver el aspecto sucio de sus colonias y cuán importante es disponer los residuos sólidos adecuadamente. La continuación de los programas de educación sanitaria permitirá motivar aún más para el continuo mantenimiento de sus colonias limpia y bonita.
- c) Muchas personas comprendieron que la realización de la campaña y los programas de educación han contribuido significativamente para resolver los actuales problemas sanitarios y ambientales, ya que estos programas fueron esenciales para el manejo adecuado de recolección y disposición de la basura. Por ello, los residentes han demostrado su satisfacción ante la realización de los proyectos pilotos.

⁶ La Alcaldía Móvil es un programa de la AMDC.

- d) El método de educación relacionado con los residuos hacia la comunidad empleado en el proyecto piloto resultó muy efectivo en las colonias de San Martín, Ayestas y Tres de Mayo. Este método puede ser aplicable en muchas áreas marginales y otras ciudades de Honduras, considerando pequeñas modificaciones, si son necesarias, según las características de cada área o ciudad.

4.2 Experimento sobre la Implementación del Mejor Sistema de Recolección para Áreas Marginales

a. Reseña del proyecto

Este experimento tiene el objetivo de verificar la aplicabilidad del sistema de recolección mediante contenedores en áreas marginales donde no existen servicios de recolección o son insuficientes. Se colocarán contenedores comunales en las áreas de los proyectos experimentales y serán recolectadas las basuras periódicamente.

Este experimento incluye también la implementación de operativos de limpieza en las áreas marginales para evitar los botaderos clandestinos y mejorar las actitudes del público.

b. Resultados

- a) Básicamente, todos los residentes comprendieron las premisas del experimento del sistema de recolección usando contenedores gracias a la orientación recibida en los talleres de capacitación. Como resultado, se pudo observar que ningún residente ha vuelto a arrojar basura en los sitios de botaderos clandestinos (A1 y A2), después de las actividades de limpieza realizadas por la propia comunidad.
- b) El proyecto de campaña, los operativos de limpieza y el experimento de recolección implementados en las áreas de los proyectos pilotos han contribuido a promover para el mejoramiento del MRS de otras colonias vecinas, como Zapote Norte, colonia ubicada al oeste de Tres de Mayo. Esta colonia solicitó a la AMDC suministrar equipos de limpieza y un contenedor para realizar actividades de limpieza, cuyo operativo fue llevado a cabo el 8 de agosto exclusivamente por los residentes bajo la iniciativa y esfuerzo de la propia comunidad.
- c) A pesar de las limitaciones de tiempo, fue posible sin embargo, confirmar a través de la evaluación del proyecto, que el sistema experimental de recolección funcionó efectivamente. Los resultados de la campaña y el experimento fueron alentadores ya que los residentes de las áreas beneficiarias fueron altamente cooperativos. Además, la motivación pública fue difundida a otras colonias vecinas, quienes realizaron actividades de limpieza por esfuerzos propios con el apoyo de los equipos de AMDC. Las iniciativas y esfuerzos propios son altamente recomendables y se consideran como los logros más importantes de la campaña y el experimento.

4.3 Experimento sobre el Mejoramiento del Sitio Existente de Disposición Final

a. Reseña del Proyecto

El propósito del experimento consiste en mejorar el nivel sanitario del sitio de disposición final a través de un mejoramiento parcial del sitio, mediante la demostración de una tecnología de relleno y la capacitación in-situ del personal sobre métodos apropiados para la operación del relleno sanitario.

b. Resultados

- a) La implementación de la capacitación in-situ del personal de la AMDC y la construcción de instalaciones esenciales para el relleno sanitario fue muy exitosa. El ingeniero de la AMDC rápidamente asimiló los conceptos que le fueron explicados y logró obtener el respeto del personal del sitio y los recuperadores. Su habilidad para manejar el sitio, sin embargo, es grandemente afectada por las deficientes facilidades.
- b) Los operadores de equipos fueron muy hábiles y después de pocos días de instrucción y experimentación, la metodología de relleno sanitario era ejecutada correctamente y de manera profesional.
- c) La ejecución de instalaciones básicas fue realizada sin ningún problema y todas estaban operando según lo planificado, al finalizar la etapa de los proyectos pilotos.
- d) Los recuperadores cooperaron y entendieron que los cambios que se estaban realizando eran también para su propio beneficio.
- e) Aunque cada uno reconoció la importancia de los métodos de relleno y cómo implementarlos, una vez finalizado el experimento y el equipo de estudio se retiró, cesaron los métodos de relleno sanitario y se reiniciaron los métodos de relleno anteriores. Esta situación se debe al problema institucional dentro de la AMDC, cuya administración no suministra suficiente cantidad de combustible para que los tractores continúen aplicando los métodos aprendidos.
- f) Las actividades de recuperación se encuentran fuera de control nuevamente. Cambios frecuentes desalientan y confunden a los recuperadores; ellos necesitan de supervisión y asistencia constante para adquirir confianza en los métodos recientemente aplicados.
- g) La condición del sitio de disposición ha mejorado significativamente por medio de la implementación de este experimento, sin embargo, sus continuidad es vital. Lo anterior sólo puede ocurrir con una reforma institucional que asegure la provisión de repuestos y combustibles a tiempo, la coordinación en el uso del equipo del relleno, el apoyo para el manejo apropiado del sitio y los recuperadores y la planificación de las actividades futuras de disposición.

4.4 Mejoramiento de la Capacidad de Gestión del Departamento de Limpieza y Aseo

a. Reseña del Proyecto

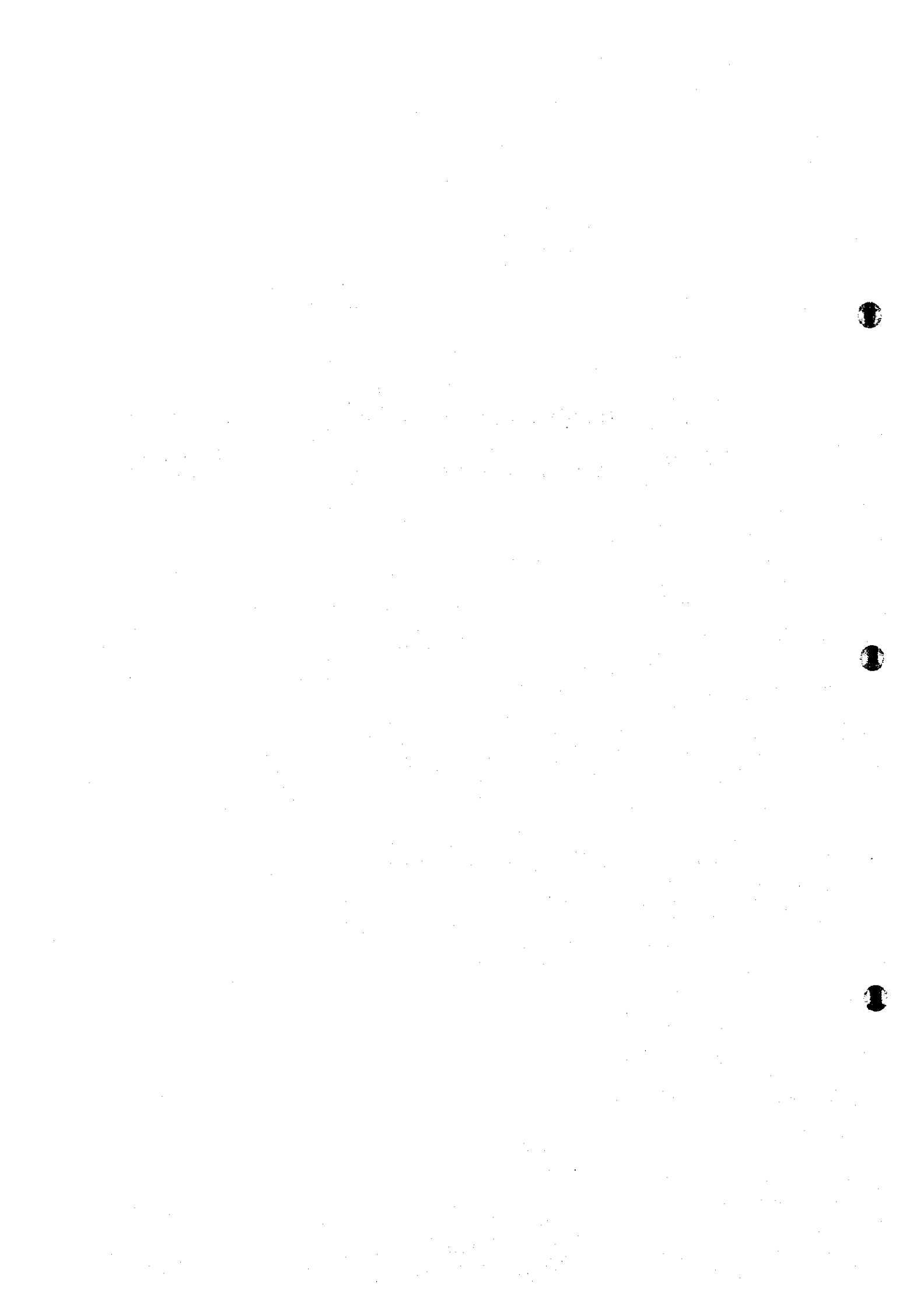
Este proyecto piloto consiste principalmente en el mejoramiento del almacenamiento de registros, control de costos y sistema de análisis de costos por medio de computadoras. Además, incluye la capacitación del personal sobre métodos de gestión por medio del uso de computadoras.

b. Resultados

- a) El programa de computación para el MRS comprobó que la capacidad de registro actual no es confiable por la inconsistencia mostrada en considerables datos. Se concluye que un mejoramiento de la información básica debe ir acompañada con un mejoramiento del sistema de gestión.
- b) El personal de la AMDC ha comprendido la importancia de monitorear el desempeño de las actividades de MRS con datos precisos.

Capítulo 5

*Estudio de Factibilidad para los
Proyectos Prioritarios Revisados*



5 Estudio de Factibilidad para los Proyectos Prioritarios Revisados

5.1 Reseña de los Proyectos Prioritarios

a. Metas de los Primeros Proyectos Prioritarios

El plan maestro para el MRS cubre todos los proyectos propuestos a ser ejecutados desde 1999 hasta el año 2010, mientras que los proyectos prioritarios cubren solamente los que se realizarán desde 1999 hasta el año 2002 y consisten en los siguientes:

- Mejoramiento del sistema institucional.
- Diseño preliminar para el mejoramiento y desarrollo integral del sitio de disposición final.
- Mejoramiento del sistema de recolección y transporte.

El Cuadro 20 muestra las metas de los proyectos prioritarios.

Cuadro 20: Metas de los Proyectos Prioritarios

		1999	2000	2001	2002	2003
A. Objetivos Principales						
Tasa de recolección	%	64%	64%	72%	72%	72%
Tasa de reciclaje	%	3%	3%	4%	4%	4%
Longitud de barrido de calles	km	180	180	180	190	190
Disposición final		Nivel 1		Nivel 2.5		
B. Objetivos Detallados						
1. Cantidad de Residuo Generada						
Residuo domiciliario	Ud	512	541	579	621	662
Residuo no domiciliario	Ud	143	152	163	176	188
Residuo del barrido de calles	Ud	28	28	28	30	30
2. Cantidad de Recolección						
Recolección de residuo domiciliario	Ud	328	346	417	447	476
Recolección de residuo no domiciliario	Ud	228	242	290	312	333
Recolección de residuo no domiciliario	Ud	72	76	98	106	113
Recolección de barrido de calles	Ud	28	28	28	30	30
Transporte directo	Ud	29	30	33	35	38
Disposición in-situ	Ud	21	22	23	25	27
Reciclaje	Ud	7	8	9	10	11
No-recolectado	Ud	-127	-135	-96	-103	-110
3. Tasa de Servicio						
Residentes de ingresos altos	%	64%	64%	72%	72%	72%
Residentes de ingresos medios	%	90%	90%	100%	100%	100%
Residentes de ingresos bajos	%	70%	70%	80%	80%	80%
Residentes de ingresos bajos	%	50%	50%	55%	55%	55%
4. Población Servida						
4.1 Población Servida						
Residentes de ingresos altos	Ud	565,668	588,781	685,868	714,392	744,099
Residentes de ingresos medios	Ud	154,848	156,825	176,353	178,350	180,232
Residentes de ingresos bajos	Ud	194,552	211,851	263,099	285,360	308,969
Residentes de ingresos bajos	Ud	216,169	220,105	246,417	250,681	254,899
4.2 Población No-servida						
Residentes de ingresos altos	Ud	316,754	328,323	267,389	276,443	285,796
Residentes de ingresos altos	Ud	17,205	17,425	0	0	0
Residentes de ingresos medios	Ud	83,379	90,793	65,775	71,340	77,242
Residentes de ingresos bajos	Ud	216,169	220,105	201,614	205,103	208,554
5. Cantidad de Disposición Final						
Residuo municipal	Ud	356	376	449	481	513
Residuo municipal	Ud	345	364	436	468	499
Otros	Ud	11	11	12	13	14

Cuadro 21: Contenidos de los Proyectos Prioritarios

Sistema	Descripción																																										
1. Sistema Institucional																																											
1.1 Administración y organización	<p>1) En 1999 será establecida la Unidad Ejecutora para los Residuos Sólidos (UERS); ésta será un organismo temporal que estará directamente vinculado al despacho del alcalde.</p> <p>2) Para el año 2000 se establecerá la Empresa Municipal de Limpieza (EML), que será una Entidad Autónoma para el Manejo de Residuos Sólidos. La AMDC contará con por lo menos el 51% del capital total de la EML.</p>																																										
1.2 Sistema financiero																																											
1.2.1 Sistema de Recaudación de tarifas de residuos	Para el 2001 se iniciará la factoración conjunta de tarifas por recolección de residuos y cobros por electricidad.																																										
1.2.2 Tarifa de recolección de residuos	<p>1) Tarifa de recolección de residuos domiciliarios (Lps/mes/casa)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>2001</th> <th>2003</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ingreso alto:</td> <td>Lps. 63</td> <td>Lps. 70</td> </tr> <tr> <td>Ingreso medio:</td> <td>Lps. 22</td> <td>Lps. 33</td> </tr> <tr> <td>Ingreso bajo:</td> <td>Lps. 11</td> <td>Lps. 18</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) Los residuos no domiciliarios serán cobrados de acuerdo al volumen de venta anual en base al cuadro tarifario propuesto:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ingreso anual de negocios</th> <th>Tarifa (establecimiento/mes)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hasta Lps 50,000.00</td> <td>Lps.40.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.50,000.01 - 100,000.00</td> <td>Lps.80.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.100,000.01 - 300,000.00</td> <td>Lps.125.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.300,000.01 - 600,000.00</td> <td>Lps.180.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.600,000.01 - 1,000,000.00</td> <td>Lps.240.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.1,000,000.01 - 2,000,000.00</td> <td>Lps.325.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.2,000,000.01 - 5,000,000.00</td> <td>Lps.500.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.5,000,000.01 - 10,000,000.00</td> <td>Lps.700.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.10,000,000.01 - 15,000,000.00</td> <td>Lps.800.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.15,000,000.01 - 20,000,000.00</td> <td>Lps.1,000.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.20,000,000.01 - 30,000,000.00</td> <td>Lps.1,300.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.30,000,000.01 - 40,000,000.00</td> <td>Lps.1,500.00</td> </tr> <tr> <td>Lps.40,000,000.01 - 60,000,000.00</td> <td>Lps.1,600.00</td> </tr> <tr> <td>Más Lps.60,000,000.01</td> <td>Lps.1,800.00</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) Tasa de servicio de recolección para grandes descargadores: Lps. 480/ton en 2001</p> <p>4) Tasa de transporte directo: Lps. 50/ton en 2001</p>		2001	2003	Ingreso alto:	Lps. 63	Lps. 70	Ingreso medio:	Lps. 22	Lps. 33	Ingreso bajo:	Lps. 11	Lps. 18	Ingreso anual de negocios	Tarifa (establecimiento/mes)	Hasta Lps 50,000.00	Lps.40.00	Lps.50,000.01 - 100,000.00	Lps.80.00	Lps.100,000.01 - 300,000.00	Lps.125.00	Lps.300,000.01 - 600,000.00	Lps.180.00	Lps.600,000.01 - 1,000,000.00	Lps.240.00	Lps.1,000,000.01 - 2,000,000.00	Lps.325.00	Lps.2,000,000.01 - 5,000,000.00	Lps.500.00	Lps.5,000,000.01 - 10,000,000.00	Lps.700.00	Lps.10,000,000.01 - 15,000,000.00	Lps.800.00	Lps.15,000,000.01 - 20,000,000.00	Lps.1,000.00	Lps.20,000,000.01 - 30,000,000.00	Lps.1,300.00	Lps.30,000,000.01 - 40,000,000.00	Lps.1,500.00	Lps.40,000,000.01 - 60,000,000.00	Lps.1,600.00	Más Lps.60,000,000.01	Lps.1,800.00
	2001	2003																																									
Ingreso alto:	Lps. 63	Lps. 70																																									
Ingreso medio:	Lps. 22	Lps. 33																																									
Ingreso bajo:	Lps. 11	Lps. 18																																									
Ingreso anual de negocios	Tarifa (establecimiento/mes)																																										
Hasta Lps 50,000.00	Lps.40.00																																										
Lps.50,000.01 - 100,000.00	Lps.80.00																																										
Lps.100,000.01 - 300,000.00	Lps.125.00																																										
Lps.300,000.01 - 600,000.00	Lps.180.00																																										
Lps.600,000.01 - 1,000,000.00	Lps.240.00																																										
Lps.1,000,000.01 - 2,000,000.00	Lps.325.00																																										
Lps.2,000,000.01 - 5,000,000.00	Lps.500.00																																										
Lps.5,000,000.01 - 10,000,000.00	Lps.700.00																																										
Lps.10,000,000.01 - 15,000,000.00	Lps.800.00																																										
Lps.15,000,000.01 - 20,000,000.00	Lps.1,000.00																																										
Lps.20,000,000.01 - 30,000,000.00	Lps.1,300.00																																										
Lps.30,000,000.01 - 40,000,000.00	Lps.1,500.00																																										
Lps.40,000,000.01 - 60,000,000.00	Lps.1,600.00																																										
Más Lps.60,000,000.01	Lps.1,800.00																																										
1.3 Sistema de Gestión	<p>1) La capacidad de contabilidad, financiera, planificación, monitoreo, y supervisión de la EML deberá ser mejorada.</p> <p>2) La participación del sector privado será gradualmente extendida en los servicios de MRS:</p> <p>Contrato A: Recolección y transporte de los residuos sólidos municipales (RSM) en las áreas urbanas de la ciudad.</p> <p>Contrato B: Recolección y transporte de los residuos sólidos municipales en las áreas marginales de la ciudad.</p> <p>3) La operación de los servicios de recolección y transporte deberá gradualmente cambiar del sector público al sector privado. En ese proceso la EML operará directamente al menos el 25% de los trabajos de recolección y transporte.</p> <p>4) La EML realizará una licitación abierta de manera tal que los procedimientos sean transparentes para el público en general.</p> <p>5) La EML limitará la cantidad a ser recolectada en un área contratada a menos de 50 ton/día.</p> <p>6) La tasa de contratación de los trabajos de recolección y transporte será mantenida a menos de 300 Lps. por tonelada.</p>																																										

Sistema	Descripción																																																																																																																
2. Sistema Técnico																																																																																																																	
2.1 Recolección y Transporte	<p>1) La proporción propuesta para la recolección de residuos para la AMDC o la directa operación de la EMI, y los contratistas se muestran a continuación:</p> <p style="text-align: right;">Unidad: Ton/día</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1999</th> <th>2000</th> <th>2001</th> <th>2002</th> <th>2003</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AMDC</td> <td>228</td> <td>246</td> <td>217</td> <td>247</td> <td>276</td> </tr> <tr> <td>Contratistas</td> <td>100</td> <td>100</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>200</td> </tr> <tr> <td>Total</td> <td>328</td> <td>346</td> <td>417</td> <td>447</td> <td>476</td> </tr> </tbody> </table> <p>2) Número planificado de vehículos recolectores a ser de la propiedad de la EMI:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1999</th> <th>2000</th> <th>2001</th> <th>2002</th> <th>2003</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Compactador 15m³</td> <td>11</td> <td>11</td> <td>15</td> <td>15</td> <td>15</td> </tr> <tr> <td>Compactador 13m³</td> <td>9</td> <td>9</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Compactador 8m³</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volquete 12m³</td> <td>10</td> <td>10</td> <td>7</td> <td>7</td> <td>7</td> </tr> <tr> <td>Camión basculante 5.5m³</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>"Roll-on roll-off" 10m³</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>5</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Volquete arrendado 6m³</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table> <p>3) Programa para la adquisición (unidad: Nos.)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1999</th> <th>2000</th> <th>2001</th> <th>2002</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Compactador 15m³</td> <td>0</td> <td>15</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Compactador 8m³</td> <td>0</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Volquete 12m³</td> <td>0</td> <td>7</td> <td>5</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Cam. basculante 5.5m³ 0</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>"Roll-on roll-off" 10m³</td> <td>0</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>9</td> </tr> <tr> <td>Contenedor 5.5m³</td> <td>0</td> <td>50</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Contenedor 10m³</td> <td>0</td> <td>50</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>		1999	2000	2001	2002	2003	AMDC	228	246	217	247	276	Contratistas	100	100	200	200	200	Total	328	346	417	447	476		1999	2000	2001	2002	2003	Compactador 15m ³	11	11	15	15	15	Compactador 13m ³	9	9	0	0	0	Compactador 8m ³	0	0	3	3	3	Volquete 12m ³	10	10	7	7	7	Camión basculante 5.5m ³	1	1	5	5	5	"Roll-on roll-off" 10m ³	1	1	5	5	5	Volquete arrendado 6m ³	0	1	0	0	0		1999	2000	2001	2002	Compactador 15m ³	0	15	0	0	Compactador 8m ³	0	3	0	3	Volquete 12m ³	0	7	5	0	Cam. basculante 5.5m ³ 0	0	5	0	0	"Roll-on roll-off" 10m ³	0	5	0	9	Contenedor 5.5m ³	0	50	0	0	Contenedor 10m ³	0	50	0	0
	1999	2000	2001	2002	2003																																																																																																												
AMDC	228	246	217	247	276																																																																																																												
Contratistas	100	100	200	200	200																																																																																																												
Total	328	346	417	447	476																																																																																																												
	1999	2000	2001	2002	2003																																																																																																												
Compactador 15m ³	11	11	15	15	15																																																																																																												
Compactador 13m ³	9	9	0	0	0																																																																																																												
Compactador 8m ³	0	0	3	3	3																																																																																																												
Volquete 12m ³	10	10	7	7	7																																																																																																												
Camión basculante 5.5m ³	1	1	5	5	5																																																																																																												
"Roll-on roll-off" 10m ³	1	1	5	5	5																																																																																																												
Volquete arrendado 6m ³	0	1	0	0	0																																																																																																												
	1999	2000	2001	2002																																																																																																													
Compactador 15m ³	0	15	0	0																																																																																																													
Compactador 8m ³	0	3	0	3																																																																																																													
Volquete 12m ³	0	7	5	0																																																																																																													
Cam. basculante 5.5m ³ 0	0	5	0	0																																																																																																													
"Roll-on roll-off" 10m ³	0	5	0	9																																																																																																													
Contenedor 5.5m ³	0	50	0	0																																																																																																													
Contenedor 10m ³	0	50	0	0																																																																																																													
2.2 Sistema de Barrido de Calles	<p>1) Los actuales trabajos de barrido de calles son realizados principalmente en forma manual y se considera que es un método apropiado hasta el año 2010; teniendo en cuenta los bajos costos de la mano de obra y las deficientes condiciones de las vías que deteriorarían el equipo mecanizado de barrido de calles. Por lo tanto, este sistema básicamente será mantenido hasta el año 2010.</p> <p>2) Serán efectuadas las siguientes medidas de mejoramiento:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utilización económica de micro-empresas Instalar más recipientes para basura a lo largo de las calles Aumentar el número de puntos de recolección Usar un nuevo tipo de carretilla para recolectar la basura Establecer oficinas con suficiente espacio 																																																																																																																
2.3 Disposición Final	<p>1) Sitio de Disposición Final Existente</p> <ol style="list-style-type: none"> En 1999, el sitio actual de disposición final será mejorado para un mayor nivel sanitario. Se promoverá la cooperación de los rebuscadores <p>2) Nuevo sitio de disposición final</p> <p>En 1999</p> <ol style="list-style-type: none"> Se realizará un diseño preliminar y un estudio de factibilidad. Se decidirá oficialmente el nuevo sitio. Se realizará el EIA. Se obtendrá el consenso de los vecinos. Se adquirirá el terreno necesario. Se hará el diseño detallado y se prepararán los documentos de licitación. Se definirá la fuente financiera. <p>En 2000</p> <ol style="list-style-type: none"> Se seleccionará un contratista mediante una licitación. Se construirá un nuevo sitio de disposición. <p>En 2001</p> <ol style="list-style-type: none"> Entrará en operación el nuevo sitio de disposición. 																																																																																																																

5.2 Mejoramiento del Sistema Institucional

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

Primera etapa: Plan de mejoramiento inmediato

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

Descripción:

Se establecerá en forma inmediata una unidad ejecutora de MRS, que será un organismo temporal directamente vinculado al despacho del Alcalde. La unidad ejecutora de MRS tendrá las mismas funciones que el Departamento de Limpieza y Aseo, sin embargo, su nivel jerárquico será elevado a un nivel más superior que el actual Departamento de Limpieza y Aseo.

Este mejoramiento consiste en lograr lo siguiente:

- Mejoramiento urgente en la eficiencia del sistema de MRS con cambios mínimos en la administración del sistema actual de organización.
- Realización de preparativos necesarios para el establecimiento de una entidad autónoma con la finalidad de emprender el manejo de los residuos sólidos.

Cronograma: Para inicios de 1999

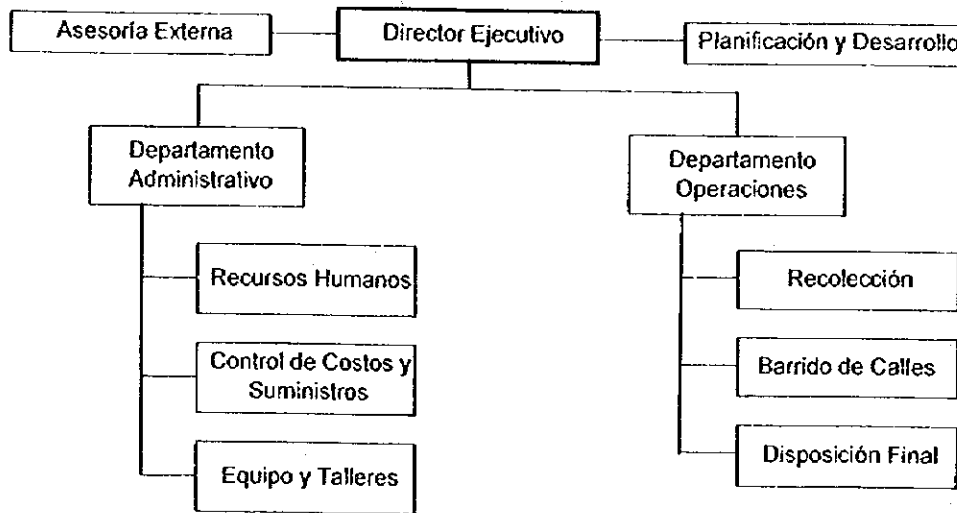


Figura 9: “1ra Etapa”: Esquema de Organización de la Unidad Ejecutora de MRS

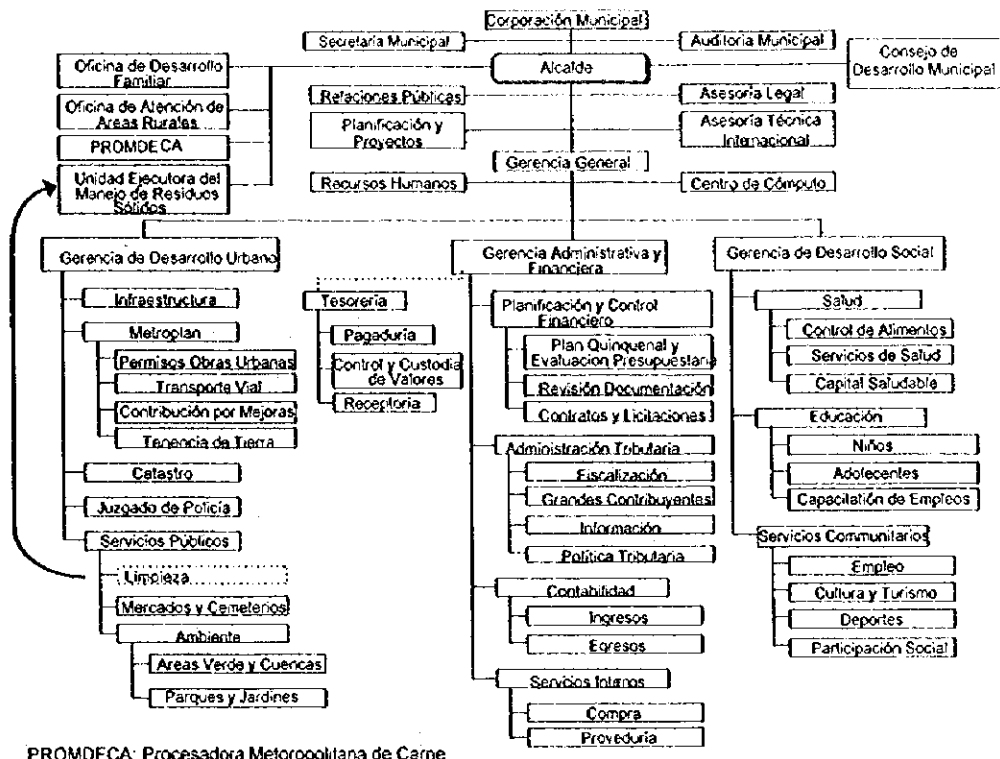


Figura 10: "1ra Etapa": Nivel Jerárquico Propuesto para la Unidad Ejecutora de MRS

Segunda Fase: Plan de Mejoramiento Integral

"Establecimiento de una Entidad Autónoma de Manejo de Residuos Sólidos"

Descripción:

Se establecerá una entidad autónoma con completa autonomía administrativa y financiera, con el propósito de lograr un manejo integral del MRS municipales en el Distrito Central.

Objetivos:

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

Cronograma: Antes del año 2001

Justificación:

Con la expansión urbana continua, la cantidad de trabajos asociados con el MRS se torna cada vez más complicada y abrumadora. Esta situación ha alcanzado el punto en que resulta, tanto físicamente como financieramente, difícil para la AMDC hacerle frente a estos trabajos por sí misma. Por lo tanto, la capacidades técnicas y financieras

del sector privado deben ser introducidas al sistema de MRS. De hecho, algunos servicios ya han sido contratados al sector privado.

Sin embargo, debe tenerse presente que existen discrepancias entre los objetivos del sector privado y los del gobierno en lo relacionado al MRS. El objetivo del sector privado en este sentido está orientado a que la ejecución de los trabajos le resulten rentables, mientras que los objetivos de la municipalidad son proveer a los ciudadanos de condiciones sanitarias y lograr determinadas condiciones estéticas, proteger el ambiente, conservar los recursos naturales, etc. Por lo tanto, la municipalidad debe conservar sus funciones con el propósito de controlar las actividades del sector privado apropiadamente, de manera tal que los objetivos del plan maestro son alcanzados.

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

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

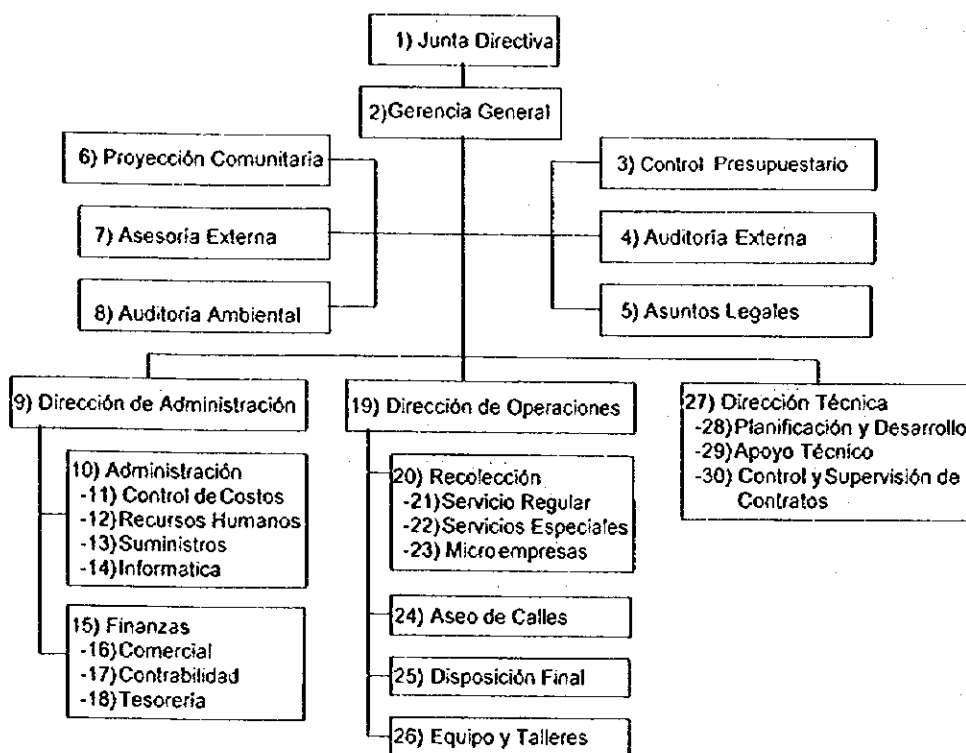


Figura 11: "2da Etapa": Estructura de Organización de la Entidad Autónoma para el MRS

5.2.1 Propuesta para el Esquema de Participación del Sector Privado

Los siguientes puntos constituyen la base para el esquema de participación privada.

Figura 12: Cronograma de la Participación del Sector Privado

	Actividad	1999	2000	Después del 2001
A Condiciones Previas				
1	Establecimiento de una Unidad Ejecutora (UERS)	A ser establecido de inmediato. Consolidación de actividades. Negociaciones para la nueva institución.	Establecimiento de una institución autónoma	Fortalecimiento de la institución autónoma
2	Diseño para la recolección y transporte	Términos de referencia. Contratación y ejecución.	Fortalecimiento de la planificación y desarrollo	Fortalecimiento de la planificación y desarrollo
3	Diseño del sistema de barrido de calles	Términos de referencia. Contratación y ejecución.	Fortalecimiento de la planificación y desarrollo	Fortalecimiento de la planificación y desarrollo
4	Diseño para la rehabilitación y operación del relleno sanitario	Términos de referencia. Contratación y ejecución.	Fortalecimiento de la planificación y desarrollo	Fortalecimiento de la planificación y desarrollo
5	Fortalecimiento del área de equipo y talleres	Solicitud de asistencia técnica. Capacitación y suministro de equipos.	Capacitación y suministro de equipos.	El mantenimiento preventivo es realizado por la institución. El mantenimiento correctivo es contratado.
6	Sistema de control de ingresos	Convenio con ENEE.	Identificación del número total de usuarios y mejorar los ingresos	Establecimiento de un sistema de tarifas.
7	Sistema de monitoreo y supervisión	Selección del personal.	Capacitación e inicio de funciones	Alto nivel profesional.
B Participación del Sector Privado				
1	Contrato A Recolección y transporte para áreas urbanas		Bases de licitación. La primera licitación será por el 25%	Expansión gradual de la participación y alcance del sector privado
2	Contrato B Recolección y transporte para áreas marginales	Inicio de la promoción de organizaciones comunales	Ampliación de la cobertura de recolección primaria y secundaria	Continúa la ampliación de la cobertura
3	Contrato C Operaciones de barrido de calles	Capacitación para microempresarios	Contratación total de las operaciones de barrido manual	Los microempresarios deberán ser exitosos.
4	Contrato D Operaciones de relleno sanitario			
	Sitio de relleno existente	Mejoramiento de las operaciones. Instalación de báscula	Contratación de servicios de operación. Inicio de la rehabilitación.	Operaciones correctas. El relleno sanitario es rehabilitado. Parque ecológico
	Sitio de relleno futuro		Identificación de sitios aptos para un nuevo relleno sanitario.	Nuevo relleno sanitario construido (2006)

5.3 Nuevo Sitio de Disposición

5.3.1 Selección del Sitio

Debido a que la vida útil remanente de sitio de disposición final se ha reducido por recibir cantidades enormes de residuos procedentes del huracán, la AMDC por sí misma realizó un estudio de selección de sitios. Los siguientes seis sitios fueron evaluados:

- 1) Barrio Ingles
- 2) Laguna de El Pedregal
- 3) Kilómetro 7 sobre la carretera a Danlí
- 4) Zona de Santa Rosa
- 5) Zona adyacente al sitio actual de relleno
- 6) Laguna de El Pedregal vía Carretera del Cementerio de Santa Anita

Resumiendo el informe de la AMDC: Los sitios 1, 2, y 3 tienen problemas respecto a rutas de transporte existentes y accesibilidad. Los sitios 1 y 2 son estéticamente atractivos y por lo tanto mejor utilizarlos para futuro desarrollo urbano. Mientras que el sitio 4 es posiblemente apropiado como sitio de disposición, no es propiedad de la AMDC y ha habido fuerte resistencia de parte de los dueños actuales y vecinos, para vender el terreno. El informe concluye que los restantes dos sitios (5 y 6) son los más apropiados, con el No. 5 como el de primera preferencia.

Debido a que la topografía del sitio 5 es apropiada para el manejo de lixiviados y gases del relleno y debido a que los impactos ambientales existentes son en algún grado comprendidos por el personal de la AMDC y aceptados por los vecinos, la AMDC informó al Grupo de Estudio que ejecutaran estudios para este sitio como un nuevo sitio de disposición. Así, el Grupo de Estudio condujo el diseño preliminar y la estimación preliminar de costos sobre este lugar para futuro sitio de disposición final después de confirmar que el sitio es apto tal fin.

5.3.2 Localización del Sitio

La Figura 13 muestra el mapa de localización. Está ubicado en el KM 7 sobre la carretera a Olancho Highway. El nuevo sitio colinda con la parte norte y oeste del sitio actual de disposición.

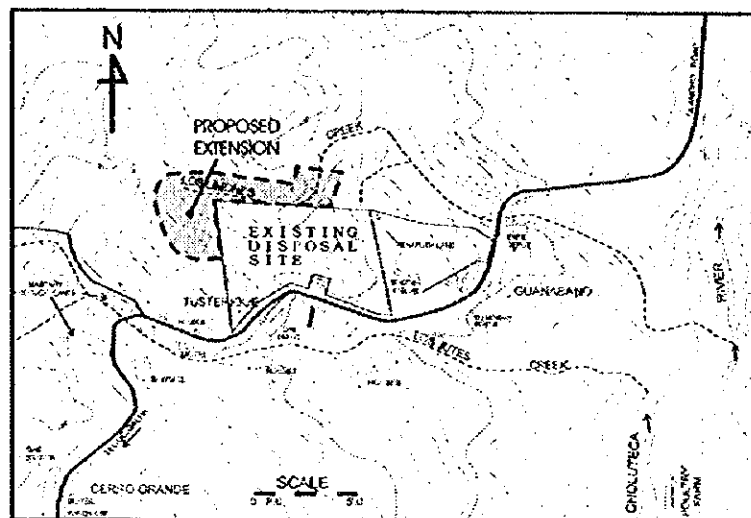


Figura 13: Mapa de Localización del Nuevo Sitio de Disposición Final

5.3.3 Condición del Sitio y Áreas Circundantes

a. Topografía

De acuerdo al estudio topográfico ejecutado durante el Plan Maestro el área total necesaria para el establecimiento de un nuevo sitio de disposición final es de aprox. 30 has (incluyendo relleno, área de amortiguación, e instalaciones de tratamiento de lixiviados). El nuevo sitio de disposición es un valle que forma la porción superior de la Quebrada de Los Limones. La parte aguas arriba del sitio es más plana y amplia que el extremo aguas abajo, el cual es más profundo y estrecho debido al relleno del sitio de disposición actual sobre un lado y una cresta sobre el otro. Esta topografía es favorable para la construcción de un sitio de disposición.

Sin embargo, es necesario tener cautela en relación al talud de fuerte pendiente al norte del sitio de relleno actual. Tiene entre 30° y 40° desde la horizontal, sube sobre unos 50 m en algunas áreas, y está pobremente estabilizado. Generalmente los taludes de rellenos en MRS se guardan en menos de 20° y deberán consistir de estratos bien compactados. La condición actual es peligrosa, y ya han ocurrido algunas fallas de talud.

b. Acceso

El acceso es posible usando la carretera de acceso pavimentada de asfalto actual. La carretera está en excelentes condiciones a pesar de las lluvias extraordinarias y la escorrentía, el dramático incremento del tráfico resultante del Huracán Mitch. Esto sin embargo, finaliza varios cientos de metros del sitio existente de disposición y deberá ser extendida a las nuevas áreas de relleno.

El acceso también es posible desde detrás del nuevo sitio, por la carretera a Villa Elena. Esta ruta podría ser usada durante la construcción del nuevo sitio. Sin embargo, se recomienda fuertemente que esta ruta no sea usada por el potencial del incremento de daños ambientales.

c. Condiciones Hidrológicas

Actualmente el agua superficial y los lixiviados fluyen desde el sitio actual de relleno hacia la Quebrada Los Limones y luego hacia el Río Choluteca, aproximadamente a 2 km aguas abajo. Como se mencionó en el Plan Maestro el Río Choluteca ya está bastante contaminado como resultado de las aguas residuales no tratadas de las áreas urbanas del DC fluyendo directamente hacia el río.

La pendiente de la Quebrada Los Limones en el área del nuevo sitio es del orden de 8% a 20%. Debido a la pequeña área de captación y la fuerte pendiente de la quebrada esta raramente tiene escorrentía de lluvia. Sin embargo, hay flujos estacionales de lixiviados provenientes del relleno.

Debido a su proximidad, se asume que la permeabilidad del suelo es la misma que la del sitio actual de disposición. Predominan estratos superpuestos de riolita meteorizada altamente permeable y de tobas volcánicas de baja a media permeabilidad.

Muchos residentes de los alrededores obtienen agua de beber de llaves públicas de dos pozos profundos localizados aprox. a 600 m al Oeste y Sur-Oeste del sitio de disposición actual en el valle de la Quebrada los Jutes. Ambos pozos son de 110 m de

profundidad y producen alrededor de 10 litros por minuto de acuerdo a informes del SANAA.

El límite del relleno propuesto está aprox. 600 m de estos pozos. El nuevo sitio de disposición final está en la misma cuenca que el sitio actual. El nuevo sitio está ubicado a una elevación similar al actual así que no se prevé que el nuevo relleno impacte a estos pozos. Las Pruebas de calidad de agua efectuadas por CESSCO no muestran clara evidencia que estos pozos en la dirección sur-oeste del sitio actual estén contaminados por el relleno actual.

Los análisis (CESSCO y Grupo de Estudio) de pozos y lagunas y cortes de carreteras entre el Rfo Choluteca y el sitio de disposición final claramente indican contaminación por el relleno actual y por lo tanto se determina que agua subterránea superficial fluye hacia el río, es decir, hacia el este, desde el sitio de disposición actual.

Sin embargo, las pruebas de calidad del agua son infrecuentes y no siempre para los contaminantes para los cuales deberían ser probados. Además, es imposible determinar las direcciones de flujo en las profundidades de los pozos existentes sin mayor investigación. El agua subterránea algunas veces fluye muy lentamente y aunque el relleno fue establecido hace uno 20 años puede ser que todavía no haya llegado a los pozos todavía.

d. Espacio para el Relleno

Debido al Huracán Mitch se han depositado unos 300,000m³ extra de residuos (250,000 en 1998 y 50,000 in 1999)⁷ en el relleno. Los datos revisados de la capacidad remanente (1999-2010) del relleno se muestran abajo (Cuadro 22).

Cuadro 22: Requerimientos de Espacio de Relleno

Año	RS Recibidos	Residuo Compactado (D=0.8)	Residuos de Huracán	Residuo Compactado Acumulado	Suelo de Cobertura Requerido	Suelo de Cobertura Acumulado	Capacidad Requerida
	ton/año	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
1999	131,000	163,750	50,000	213,750	24,563	24,563	238,313
2000	139,000	173,750	-	387,500	26,063	50,625	438,125
2001	166,000	207,500	-	595,000	31,125	81,750	676,750
2002	177,000	221,250	-	816,250	33,188	114,938	931,188
2003	189,000	236,250	-	1,052,500	35,438	150,375	1,202,875
2004	219,000	273,750	-	1,326,250	41,063	191,438	1,517,688
2005	235,000	293,750	-	1,620,000	44,063	235,500	1,855,500
2006	250,000	312,500	-	1,932,500	46,875	282,375	2,214,875
2007	266,000	332,500	-	2,265,000	49,875	332,250	2,597,250
2008	303,000	378,750	-	2,643,750	56,813	389,063	3,032,813
2009	323,000	403,750	-	3,047,500	60,563	449,625	3,497,125
2010	344,000	430,000	-	3,477,500	64,500	514,125	3,991,625

Por lo tanto, se asume que la capacidad requerida de todo el sitio de disposición desde principios de 1999 hasta finales del 2010, es de 4 millones de metros cúbicos. Adicionalmente a los 185,400m³ de espacio de relleno usado en 1998 resultante del sitio de disposición de MRS, unos 250,000m³ de residuos derivados del huracán fueron depositados en el sitio de disposición existente. Se estima por lo tanto, que en 1998 se

⁷ Basado en el dato del nuevo estudio topográfico, los estudios de campo de UNDP y estimados visuales.

rellenaron 435,400 m³, así que el espacio disponible a principios de 1999 se estima en 1 millón de metros cúbicos.

El espacio de relleno del nuevo sitio de disposición se estimó tomando secciones a intervalos de 100m a través del sitio propuesto de relleno. Así se encontró que hay disponibles unos 3.6 millones de metros cúbicos en el nuevo sitio de disposición final.

Sumando el espacio disponible del sitio existente de disposición se estima que hay 4.6 millones de m³ de espacio total disponible. Del Cuadro 22 se puede aproximar que eso es suficiente para cubrir más allá del año 2010 y por extrapolación cerca de finales del 2011.

e. Condiciones del Suelo

De los estudios geológicos efectuados para el plan maestro se determinó que aproximadamente 80% del suelo (riolita meteorizada y tobas) pueden ser usados como material de cobertura. La roca remanente (20%) se puede usar para la construcción de drenes de lixiviados y para trabajos de estabilización de taludes.

Los suelos disponibles provienen de tres áreas dentro del sitio actual y el propuesto de disposición final:

- áreas de préstamo existentes (A₁ y A₂)
- residuos derivados del huracán
- áreas de préstamo del nuevo sitio de disposición (C₁, C₂, y D)

De acuerdo al plan maestro revisado, aproximadamente 330,000 m³ de suelo permanecían en las áreas de préstamo del sitio de disposición a principios de 1998, y se estima que unos 24,200m³ de suelo fueron consumidos ese año. Así que se estima que un total de 305,800m³ de suelo permanecían todavía a principios de 1999 en el sitio.

Los residuos derivados del huracán también son otra fuente potencial de suelo. Por inspección de campo se estima que el 50% de la cantidad depositada en el sitio del relleno es apropiada como material de cobertura, por lo que unos 150,000m³ de suelo están disponibles.

Dentro del área del nuevo relleno hay dos áreas potenciales de préstamo: 1) excavaciones de los taludes de las nuevas áreas de relleno (C₁ y C₂). Mediante los cálculos de volúmenes de movimiento de tierra efectuados en el plan maestro revisado se estima que hay potencialmente 536,000m³ en esas áreas. 2) De la ladera al oeste del sitio existente (D), donde se calcula que existen 656,000m³. Del total de 1.19 millones de m³ disponibles 953,600m³ (80%) es suelo apropiado como material de cobertura y construcción de rellenos.

Por lo tanto, hay un total de 1.4 millones de metros cúbicos disponibles dentro de todo el sitio. De acuerdo al Cuadro 22, esto es bastante en exceso de la cantidad necesaria.

En relación a cuales áreas deberían ser primeramente explotadas, el suelo debería tomarse primero de las áreas donde haya menos impacto ambiental. Por lo tanto, deben de usarse primero los suelos y residuos derivados del huracán y los suelos dentro de las áreas C1 y C2. Después de terminar estas fuentes, se deben usar las áreas A1, A2, y D.

f. Residentes Locales

Dentro de los límites del sitio propuesto hay 4 viviendas. Estas casas son construidas de adobe. Los residentes han estado allí desde hace unos 10 a 15 years. Los terrenos alrededor de estas propiedades están bien cercados aunque no se pudo ver ganado dentro de los mismos en las diversas visitas que hizo el grupo de estudio. Tampoco se observó significativa porción de la tierra bajo cultivo. Los adultos trabajan ya sea en Tegucigalpa o como resbucadores en el sitio del relleno actual.

Aunque el asunto de la propiedad no está claro todavía, los reasentamientos de esta gente debería hacerse con mucha sensibilidad, respetando su dignidad y dandoles la compensación necesaria para la construcción de una nueva vivienda y otros gastos necesarios.

Adicionalmente a estas viviendas hay otras tres localizadas dentro de 200 metros de los límites propuestos. Las actividades de desarrollo deberían ser de sensibilidad a sus necesidades, y no dificultarles el acceso a sus propiedades.

5.3.4 Concepto del Diseño Propuesto

Cuando se diseña un nuevo relleno hay varios sistemas alternativos que deberán ser considerados. Estos son resumidos como sigue:

- método de disposición final
- estructura de relleno
- nivel de desarrollo de relleno sanitario

a. Método de Disposición Final

Básicamente hay tres métodos de disposición final: 1) vertido abierto, 2) inclinación controlada, y 3) relleno sanitario.

Mientras que los operadores del sitio de disposición existente intentan cubrir los residuos sólidos con suelo, grandes porciones permanecen descubiertas por largos períodos debido a las deficientes técnicas de rellenado y a la alta inactividad de las máquinas. Por lo tanto el método corrientemente empleado por los operadores de la AMDC en el sitio de disposición final se puede describir como de inclinación controlada con aplicación de suelo de cobertura irregular e insuficiente.

Considerando las ventajas ambientales del relleno sanitario y el hecho de que los operadores están usando parcialmente este método, se propone, como se demuestra en el Plan Maestro, que sea mejorada la aplicación del suelo de cobertura (principalmente con la implementación del método de celda) a efecto de lograr un relleno sanitario.

b. Estructura de Relleno

Básicamente existen 5 tipos de estructuras de relleno.

Tipo	Descripción
Relleno anaeróbico	La mayoría de los lixiviados generados no son drenados. Las capas de relleno se están construyendo constantemente para lograr condiciones anaeróbicas. La calidad de los lixiviados es muy pobre, resultando en malos olores y la propagación de enfermedades llevadas por los insectos y alimañas.
Relleno sanitario anaeróbico	El suelo de cobertura es aplicable sobre cada estrato de residuos y así previniendo malos olores, fuegos del relleno así como en cierto grado mitigando la propagación de insectos. Los problemas de lixiviados y de gases, sin embargo, todavía se mantienen. En forma similar al modelo del relleno anaeróbico, los estratos del relleno mantienen condiciones anaeróbicas.
Relleno sanitario anaeróbico mejorado	Adicionalmente al cobertura regular del suelo, esta estructura se construye con un dren de lixiviados en la base del relleno. La calidad de los lixiviados se mejora y las condiciones anaeróbicas se mantienen.
Relleno sanitario semi-aeróbico	La calidad de los lixiviados se mejora aún más con mejor drenaje. Más tubos de drenaje y respiraderos estimulan la ventilación natural, logrando condiciones aeróbicas en las capas de relleno y acelerando así la descomposición de los residuos sólidos.
aerobic sanitary landfill	Adicional a los tubos de drenaje usados en los rellenos semi-aeróbicos, el aire es forzado hacia el relleno a través de tubos de inyección, acelerando por lo tanto la descomposición de los residuos sólidos y estabilizando y mejorando la calidad de los lixiviados.

El método del relleno existente se ubica en la categoría de relleno sanitario anaeróbico. Tomando en cuenta las condiciones del sitio propuesto y el manejo existente, etc., se propone el modelo de relleno semi-aeróbico para el nuevo relleno. Los principales factores que han influenciado esta decisión son las siguientes:

Factor	Ventajas del Sistema Semi-Aeróbico
Composición del gas del relleno	Será generado menos gas metano (CH ₄) que con un sistema anaeróbico. Debido a que el gas CH ₄ no se planea explotarlo como un combustible, es preferible reducir su producción ya que el mismo puede producir explosiones y fuego. El gas de relleno de un sistema semi-aeróbico contiene menos gases volátiles que los sistemas aeróbicos.
Calidad del lixiviados	La calidad global de los lixiviados es mejor que en los sistemas anaeróbicos
Operación del relleno	La operación y mantenimiento es simple
Inversión	El sistema semi-aeróbico no es caro porque no se requieren grandes inversiones para sopladores de aire. Los costos de tratamiento de lixiviados son menores que en los sistemas anaeróbicos.

c. Nivel de Desarrollo de Relleno Sanitario

El desarrollo de rellenos sanitarios y niveles de operación se clasifican como sigue:

Nivel 1: Inclinación Controlada

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

Nivel 3: Relleno Sanitario con Sistema de Circulación de Lixiviados con revestimiento impermeable.

Nivel 4: Relleno Sanitario con Sistema de Tratamiento de Lixiviados con revestimiento impermeable.

Debido a condiciones ambientales mejoradas, facilidad de operación y relativo bajo costo de inversión, el tipo intermedio de niveles 2 y 3 (sin revestimiento) se propone para el nuevo sitio de disposición. No se propone revestimiento del relleno debido al alto costo de inversión (casi doblaría el costo de inversión), el costo de mantenimiento, y el bajo beneficio.

El sitio actual de disposición adyacente al nuevo no está revestido y los lixiviados se filtran en el terreno o fluyen hacia la Quebrada Los Limones, descargando finalmente en el Río Choluteca que está muy contaminado. El área afectada por los lixiviados es pequeña y los vecinos se las arreglan recogiendo agua de otras fuentes. El mejoramiento de las técnicas de relleno y de recolección de lixiviados será más beneficiosa en reducir los impactos de los lixiviados

5.3.5 Diseño Preliminar

Los factores considerados para hacer el diseño preliminar con los cuales se preparó el estimado de costos, se resumen a continuación⁸.

a. Diseño Geométrico

Se planea un método de relleno en cañón o depresión.

El terracedo del piso del valle incrementa la estabilidad del relleno, es decir, previene el deslizamiento horizontal del relleno.

El corte (1:1) en la pared norte del área C₂ y ambas paredes de C₁ proveen suelo de cobertura e incrementan la capacidad del relleno.

Los terraplenes proveen mayor estabilidad al relleno. Los terraplenes (No.1 y No.2) son de aproximadamente 10 metros de altura con taludes terracedos a 1:2. Los terraplenes se construyen de materiales selectos obtenidos de la excavación de la pared norte.

Los taludes de rellenos se terracean cada 5 a 10 m para proveer estabilidad contra falla de talud y drenaje superficial.

b. Carretera de Acceso

La carretera de acceso se extiende en dos secciones. Se construye una carretera pavimentada de asfalto de 6m de ancho (más un metro de hombros) desde donde la carretera de acceso actual finaliza, a lo largo de la ruta mostrada en Figura 19.

Desde el punto donde la nueva carretera de asfalto termina hay un camino de acceso de tierra bajando hasta el nivel del sitio del nuevo relleno. El camino de acceso de grava conecta el área de relleno con el área de acumulación temporal de suelo del Área C₁.

⁸ Descripciones más detalladas de las instalaciones tratadas se encuentran en el Capítulo 15 del Anexo.

La ruta de la carretera de asfalto pasa sobre los residuos compactados, así que es necesario trabajo adicional para estabilizar la sub-base, lo que se puede hacer usando suelo excavado en el sitio de disposición.

Carretera de acceso de asfalto = 500m de longitud x 6m de ancho + 1 m de hombros

Camino de acceso de grava = 450m de longitud x 8m de ancho

c. Recolección de Lixiviados y Circulación

Hay dos tipos de drenes de recolección de lixiviados: un colector central de gran capacidad y colectores laterales de menor capacidad. Los drenes de lixiviados consisten de boleos de 40 to 100mm metidos en una capa de geotextil.

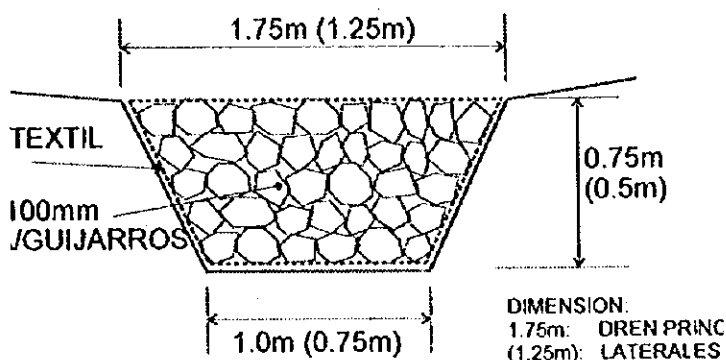


Figura 14: Sección de Drenes de Recolección

Los drenes de lixiviados se conectan a las chimeneas de gases del relleno para mejorar la circulación del aire y el drenaje de los lixiviados.

Se construye una laguna para retener los lixiviados aguas abajo del terraplén No. 1. La capacidad de la laguna de lixiviados se calculó asumiendo que pueda contener la máxima cantidad generada en un día. De acuerdo al Plan Maestro (Anexo Cap. 15), en Septiembre se genera potencialmente la máxima cantidad de lixiviados (es decir, 92 mm/m²). El área total del relleno generando lixiviados que son potencialmente recogidos en la laguna lo componen las áreas B₁, C₁, y C₂ (22.3 ha en total).

Capacidad del retención de lixiviados de la laguna:

$$0.092 \text{ m/m}^2 \times 223,000 \text{ m}^2 \div 30 \text{ días} = 684 \text{ m}^3$$

Se usa una bomba de motor eléctrico de 1 l/s, con 100-metros de gradiente para circular los lixiviados de la laguna. El lixiviado se bombea a través de una manguera flexible de 38 mm hacia los respiraderos y son regados sobre las áreas rellenas para que se evaporen. La manguera se mueve a menudo entre los respiraderos de gas y se se riegan. Por lo tanto la descarga debe mantenerse suficientemente pequeña para que sea manejada manualmente, así que se selecciona una descarga máxima de 1 litro/segundo.

d. Extracción de Gas del Relleno

El gas es extraído del relleno usando dos tipos de chimeneas: 1) Chimeneas libres de apoyo se proponen tal como se describen en el Anexo, y 2) Chimeneas de apoyo en

paredes. La instalación de ambos tipos de chimeneas se consideran en los costos de operación y mantenimiento.

Las chimeneas de gases del relleno se instalan en intervalos de aproximadamente 50-m, localizados como se muestra en la Figura 19. Cerca del centro del nuevo relleno, donde el espesor de los residuos es mayor, se localizan más chimeneas.

e. Suelo de Cobertura

Se coloca diariamente un estrato de no menos de 150mm de suelo de cobertura, sobre el residuo compactado, tal como se describe en el método de celdas (ve Cap. 15 del Anexo).

Se colocará una capa final de 600 mm tal como se detalla en el Plan Maestro

f. Desviación de Aguas Superficiales

La escorrentía de aguas superficiales de aguas arriba se desvía alrededor del área con un dren de captación sobre las terrazas de los cortes.

g. Báscula

Se propone una báscula móvil de 60 toneladas en vez de una de 30 como se había propuesto en el plan maestro original. El cambio se debe al reciente incremento y al posterior que se espera debido al aumento en el número de compañías privadas de recolección. Además, no se puede predecir qué tamaño de vehículos de acarreo se usarán en el futuro.

Como se describe en el Plan Maestro, es necesario un cuarto de control y correspondiente equipo de registro digital (es decir una computadora personal y una impresora).

La báscula se deberá colocar en terreno natural y ubicar tal como se muestra en la Figura 16, por el período de duración del plan maestro.

h. Estacionamiento/Taller

Unos 250 m² de estacionamiento es suficiente para asegurar el parqueo de 6 vehículos y poner un cuarto con herramientas esenciales, repuestos, lubricantes, etc. para mantener los vehículos operando.

i. Cerca de Seguridad

Se instala una malla de 1000m de longitud y 2.5 m de altura como cerca de seguridad para prevenir el acceso de rebuscadores, o tiradores de basura, animales (ganado, caballos, perros, etc.), del área oeste y para reducir que el viento transporte basura hacia las áreas vecinas.

j. Instalaciones de Monitoreo

Se proponen dos piezómetros adyacentes al límite oeste, con el propósito de monitorear el flujo de agua subterránea hacia los pozos de agua potable existentes. La profundidad promedio debe ser de 100m, de tubería PVC y un diámetro de 100mm.

De acuerdo al programa de monitoreo descrito en el Cap. 15 del Anexo, las muestras se toman una o dos veces por año (más frecuente si hubiera sospecha). Debido a su uso infrecuente los pozos son equipados con un sistema manual de operación.

k. Cierre

El cierre se realiza como se describe en el Cap. 15 del Anexo. Se coloca una capa final de suelo y otro de material vegetal. Se instalan drenes de escorrentía superficial. Se plantan árboles, arbustos y grama para reducir la erosión y embellecer el área.

5.3.6 Secuencia de Desarrollo

a. Etapa 1

El nuevo sitio de disposición se desarrolla en dos etapas. La Etapa 1 incluye la excavación de las dos primeras terrazas y cortes del lado norte de C₂. El material de las excavaciones se usa para la construcción de los terraplenes 1 y 2. El suelo sobrante se apila para uso como material de cobertura. La roca se remueve para uso en la estabilización de taludes o en los drenes de lixiviados.

El dren principal de lixiviados se construye en el terraplén No. 2. Los drenes laterales se construyen en las primeras dos terrazas. En el terraplén No. 2 se construyen la laguna de lixiviados y la bomba de circulación. También se construye la carretera de acceso pavimentada de asfalto desde la carretera de acceso al terraplén No. 2. Se construye un camino de acceso de grava desde el terraplén No.2 bajando al área de relleno.

Durante esta etapa se instalan el estacionamiento, el taller, malla de seguridad, y los piezómetros.

b. Etapa 2

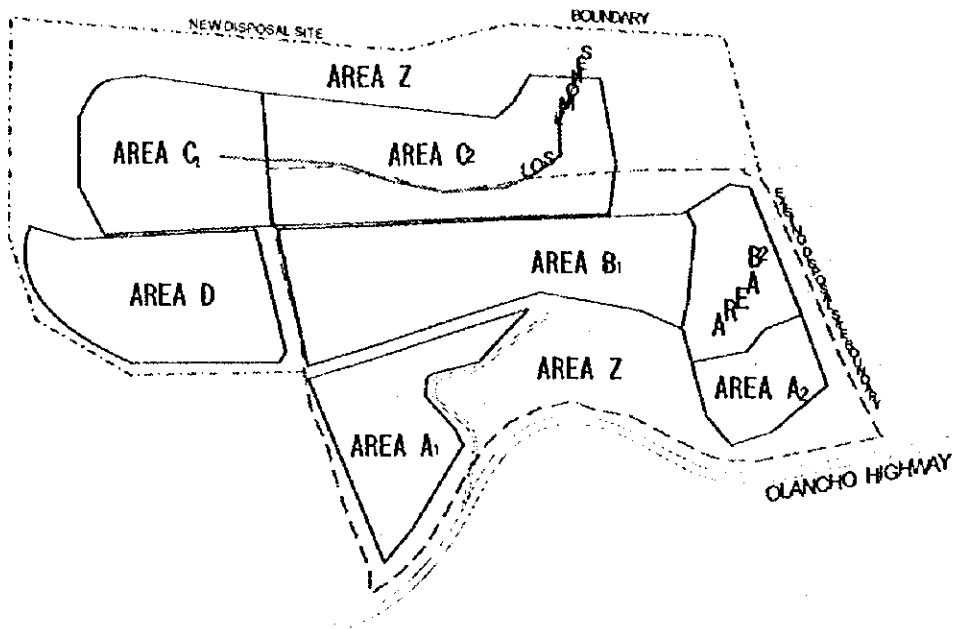
Durante esta etapa se termina el dren principal de lixiviados. Adicionalmente se extiende el camino de acceso de grava para el relleno del Área C₁.

c. Otros Desarrollos

Se ejecutan otras excavaciones de terrazas por operadores del relleno y se considera como un costo de operación. También se realiza la instalación de drenes colectores de lixiviados laterales y de chimeneas de gas.

5.3.7 Secuencia de Rellenado

Se han modificado las divisiones del sitio de disposición final global de aquellas descritas en el Plan Maestro original para incluir las áreas del nuevo sitio de disposición final



Divisiones Modificadas del Relleno

Las áreas son clasificadas como se muestra abajo.

Cuadro 23: Uso de la Tierra

Area	Uso de la Tierra	Area (ha)
A ₁	suelo de cobertura	4.0
A ₂	suelo de cobertura	2.0
B ₁	disposición de residuos	8.4
B ₂	disposición de residuos	2.7
C ₁	disposición de residuos/suelo de cobertura	6.8
C ₂	disposición de residuos/suelo de cobertura	7.1
D	suelo de cobertura	5.3
Z	zona de amortiguación/administración/otros	25.4

El llenado de las áreas B₁ y B₂ continuará hasta que la primera etapa de C₂ esté lista. La C₂ se espera que esté construida en el 2000 y puesta en operación a principios del 2001. Luego se empezará el relleno de C₂.

El relleno empieza desde la parte inferior del nuevo sitio y continúa hacia el extremo superior, de tal manera de proveer apoyo al talud norte del relleno existente. El relleno desde lo más bajo a lo más alto da la ventaja de llenar siempre arriba de los residuos depositados, aumentando así la resistencia y compactación del relleno.

Este método usualmente tiene la desventaja de que las aguas superficiales cuenca arriba tienen que manejarse cuidadosamente. Así que las aguas no contaminadas de la cuenca arriba deben desviarse. Sin embargo, el área de captación arriba es relativamente pequeño así que la cantidad de escorrentía no causará mayores problemas.

5.4 Consideraciones Ambientales

Los temas principales que deben cuidadosamente analizarse en un EIA son los siguientes EIA:

- suministro de agua potable mediante agua subterránea
- agua superficial
- residentes locales
- rebuscadores trabajando en el sitio actual
- contaminación del aire (humo, polvo, y olores)
- flora y fauna nativas

Un nuevo sitio de disposición que sea planeado y operado para producir impactos ambientales mínimos, proveerá un fuerte efecto positivo sobre el ambiente de las áreas circunvecinas al sitio actual.

Deberá de hacerse un Estudio de Impacto Ambiental (EIA) previo a los diseños detallados del nuevo sitio de disposición. Aún cuando el impacto de un sitio de disposición propiamente construido y operado es probablemente positivo un EIA es importante porque proveerá un medio de evaluar todos los impactos ambientales globales de las actividades actuales y futuras de disposición, en una manera comprehensiva y sistemática.

5.4.1 Equipo para Disposición Final

El Cuadro 24 muestra el número requerido de equipo para el sitio de disposición.

Cuadro 24: Plan de Equipo para el Sitio de Disposición Final

Tipo de Equipo	unidad: nos				
	1999	2000	2001	2002	2003
Bulldozer, 210 Hp	3	3(3)	3	3	4
Excavadora, 0.7m ³	0	(1)	1	1	1
Cargadora	1	1(1)	1	1	1
Volqueta	3	3(3)	3	3	3
Pickup	1	1(1)	1	1	1
Tanque de Agua	1	1(1)	1	1	1
Niveladora	Renta	Renta	Renta	Renta	Renta

Nota: () muestra los número de equipo a ser comprados

5.4.2 Estimación de Costo Preliminar

a. Inversión

a.1 Costo de Construcción

Cuadro 25: Costo de Construcción para la Primera Fase

Código	Descripción	unidad	Tasa Unitaria 1000Lps	Cantidad	Cantidad (1000Lps)	
					1999	2000
1	Preparación					
11	EIA	L.S.	139	1	139	-
12	Diseño detallado	L.S.	1,392	1	1,392	-
13	Adquisición de terreno	ha	72,384	30	2,172	-
14	Compensación	nos.	34.8	4	-	139
2	Construcción		0			
21	Carretera de Acceso					
211	Carretera Pavimentada de Asfalto	m	2,088	500	-	1,044
212	Camino de grava	m	0,529	350	-	185
213	Mov. de tierras	m ³	0,056	124,000	-	6,904
22	Relleno		0			0
221	Relleno 1	m ³	0,056	60,000	-	3,341
222	Relleno 2	m ³	0,056	15,000	-	835
23	Sistema de tratamiento de lixiviados		0			0
231	Dren principal de recolección de lixiviados	m	0,960	500	-	480
232	Dren secundario de recolección de lixiviados	m	0,320	200	-	64
233	Ciclo de lixiviados	set	139,200	1	-	139
234	Laguna de lixiviados	m ³	0,056	850	-	47
235	Revestimiento de laguna de lixiviados	m ²	0,139	800	-	111
24	Alcantarilla	m ³	3,480	50	-	174
25	Cerca de seguridad, altura=2.5m	m	0,139	1,000	-	139
26	Piezómetro	L.S.	27,840	1	-	28
27	Garage	m ²	1,392	250	-	348
28	Báscula portátil, capacidad=60 tons	L.S.	626,400	1	-	626
29	Misceláneos	L.S.		1	0	1,428
	Costo Directo	L.S.		1	3,703	15,710
	Costo Indirecto: 30% del costo directo	L.S.		1	0	4,713
	Costo Total de Construcción	L.S.		1	0	20,423
	Imprevistos 10%	L.S.		1	0	2,042
	Impuestos 12%	L.S.		1	0	2,451
	Total				3,703	24,916

a.2 Equipo para el Sitio de Disposición Final

El Cuadro 26 muestra el programa de inversiones para el equipo del sitio de disposición final.

Cuadro 26: Programa de Inversiones para el Sitio de Disposición Final

Categoría	Concepto	Unidad	Tasa Unitaria	1999	2000	2001	2002
Cantidad	Bulldozer, 210 Hp	nos.	0	0	3	0	1
	Excavadora, 0.7m ³	nos.	0	0	1	0	0
	Cargadora	nos.	0	0	1	0	0
	Volqueta	nos.	0	0	3	0	0
	Tanque de agua	nos.	0	0	1	0	0
	Pickup	nos.	0	0	1	0	0
Inversión	Bulldozer, 210 Hp	10 ³ Lps	3,689	0	11,068	0	3,689
	Excavadora, 0.7m ³	10 ³ Lps	2,337	0	2,337	0	0
	Cargadora	10 ³ Lps	1,110	0	1,110	0	0
	Volqueta	10 ³ Lps	720	0	2,159	0	0
	Tanque de Agua	10 ³ Lps	526	0	526	0	0
	Pickup	10 ³ Lps	292	0	292	0	0
Total				0	17,491	0	3,689

b. Costos de Operación y Mantenimiento

El Cuadro 27 muestra los costos de operación y mantenimiento para el sitio de disposición final. El costo anual después del 2002 es constante.

Cuadro 27: Costos de O y M para el Sitio de Disposición Final

Categoría	Concepto	1999	2000	2001	2002	2003
Diesel	Bulldozer, 210 Hp	738	738	738	738	738
	Excavadora, 0.7m ³	0	0	148	148	148
	Cargadora	148	148	148	148	148
	Volqueta	148	148	148	148	148
	Tanque de agua	0	20	20	20	20
	Pickup	0	20	20	20	20
	Total	1,033	1,073	1,220	1,220	1,220
Lubricantes	15% de diesel	155	161	183	183	183
Repuestos	10% de precios básicos	1,147	1,212	1,212	1,212	1,212
Reparaciones privadas	5% de precios básicos	573	606	606	606	606
Mano obra	Capataz	132	132	132	132	132
	Asistente del capataz	116	116	231	231	231
	Operador	231	297	330	330	330
	Operator de báscula	66	66	66	66	66
	Obreros	330	330	330	396	396
	Guardia de Seguridad	99	99	99	99	99
Material	Válvula de Gas	87	92	110	118	126
Servicios	Electricidad	200	200	200	200	200
	Agua Potable	200	200	200	200	200
Otros	10% de costos directos de O y M	492	517	563	570	570
Renta	Niveladora	120	120	120	120	120
Total		4,982	5,222	5,605	5,685	5,693

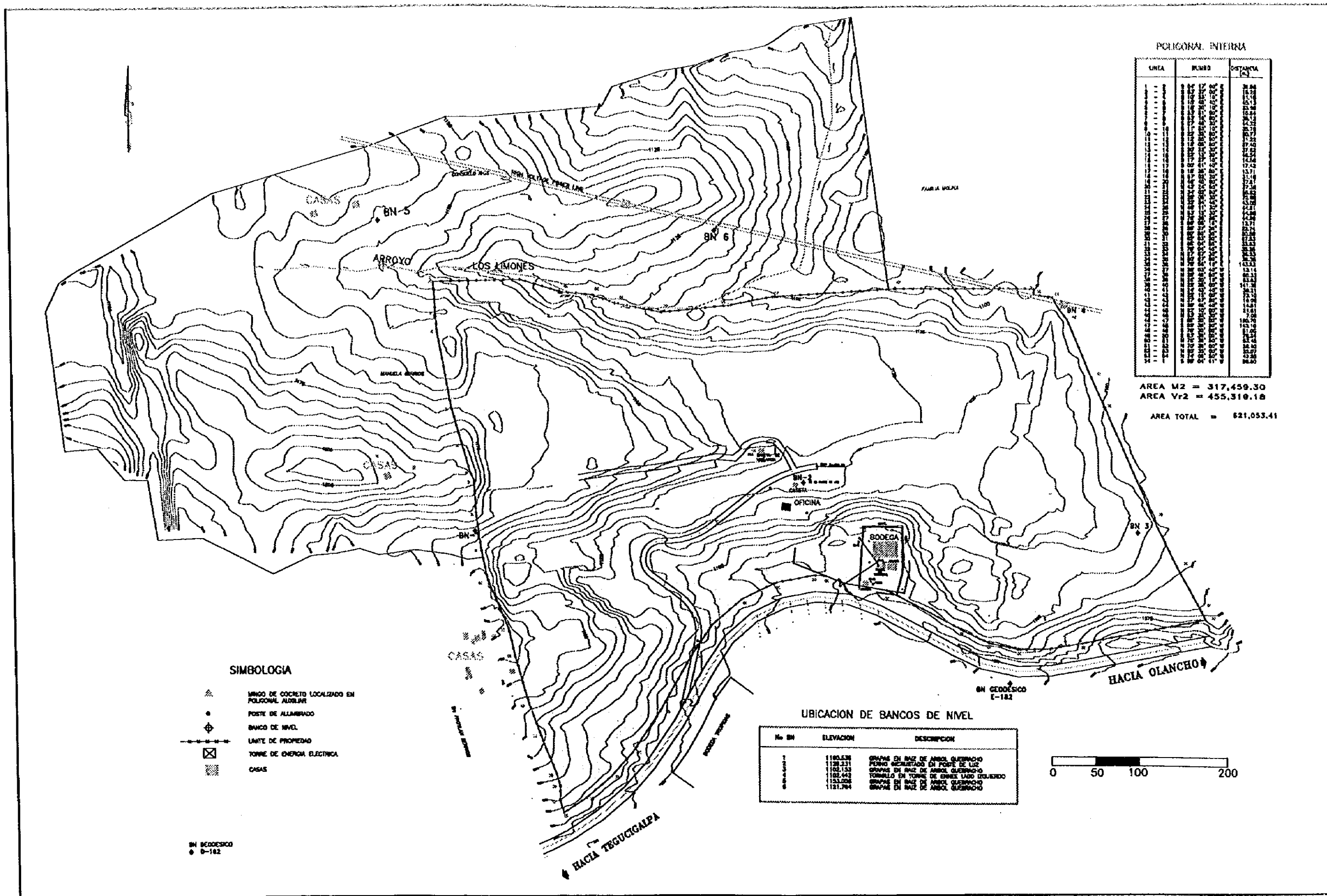


Figura 15: Mapa Topográfico del Nuevo Sitio

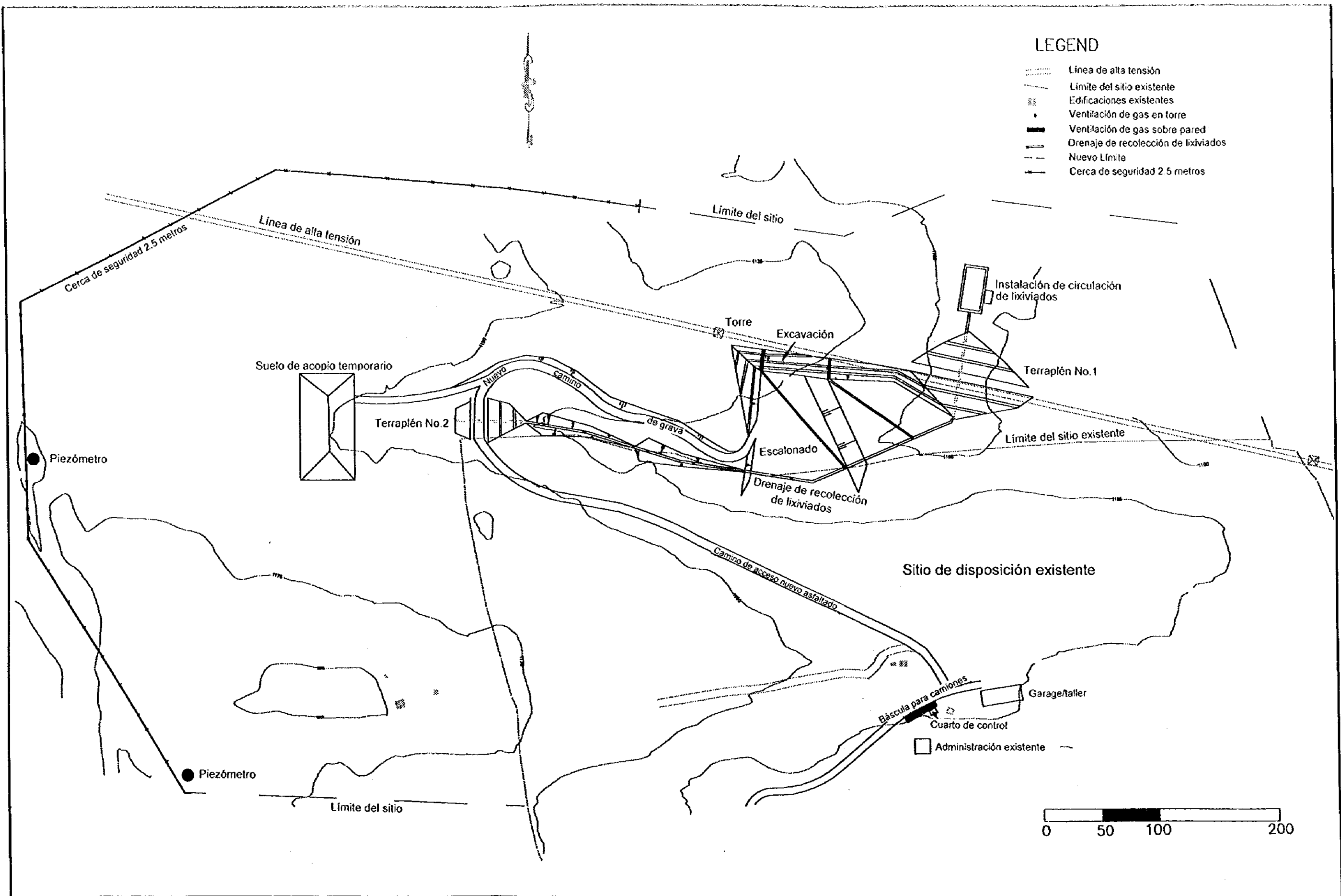


Figura 16: Plan de Desarrollo de la Fase 1

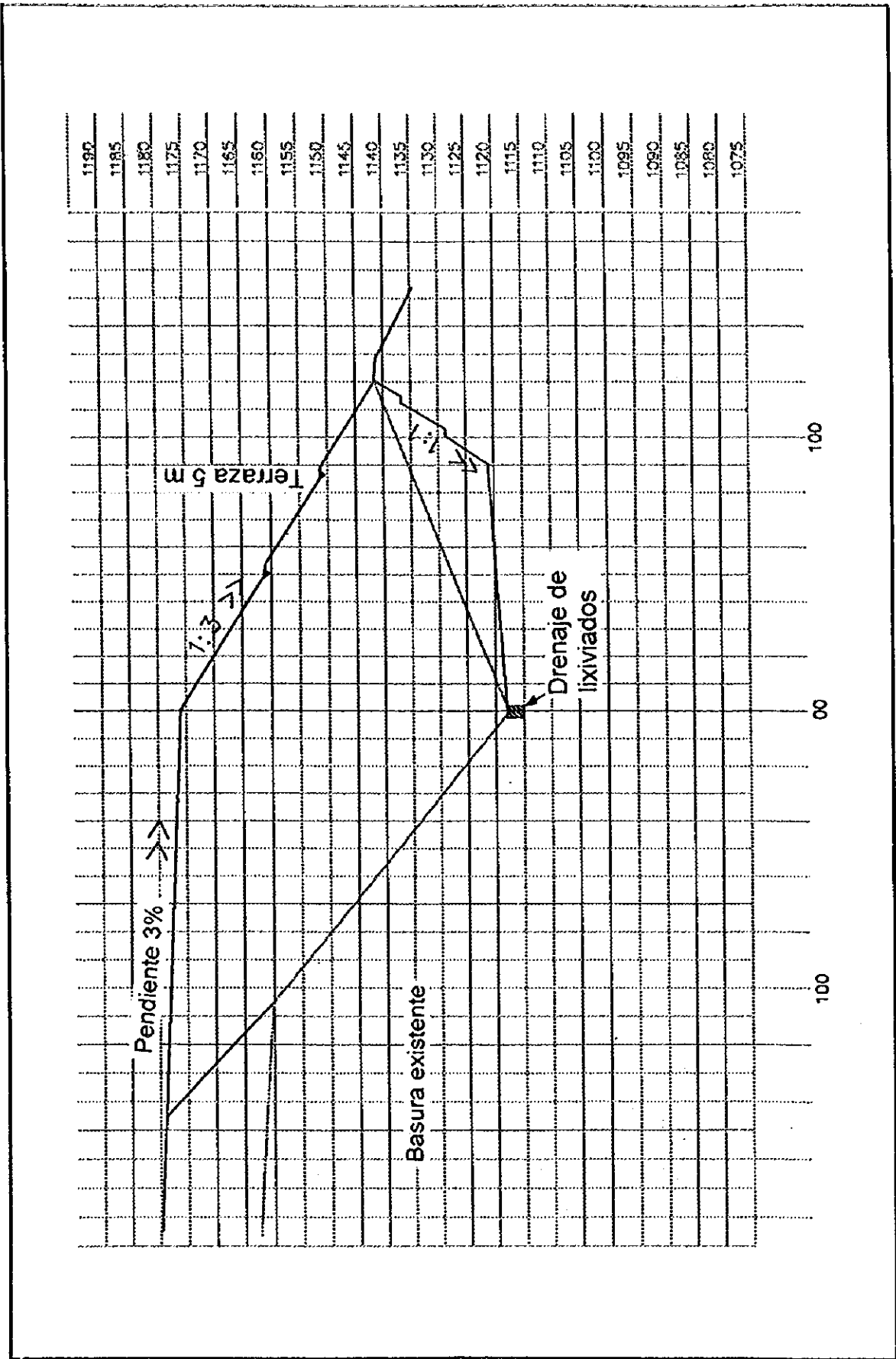


Figura 17: Corte Típico del Nuevo Sitio de Relleno

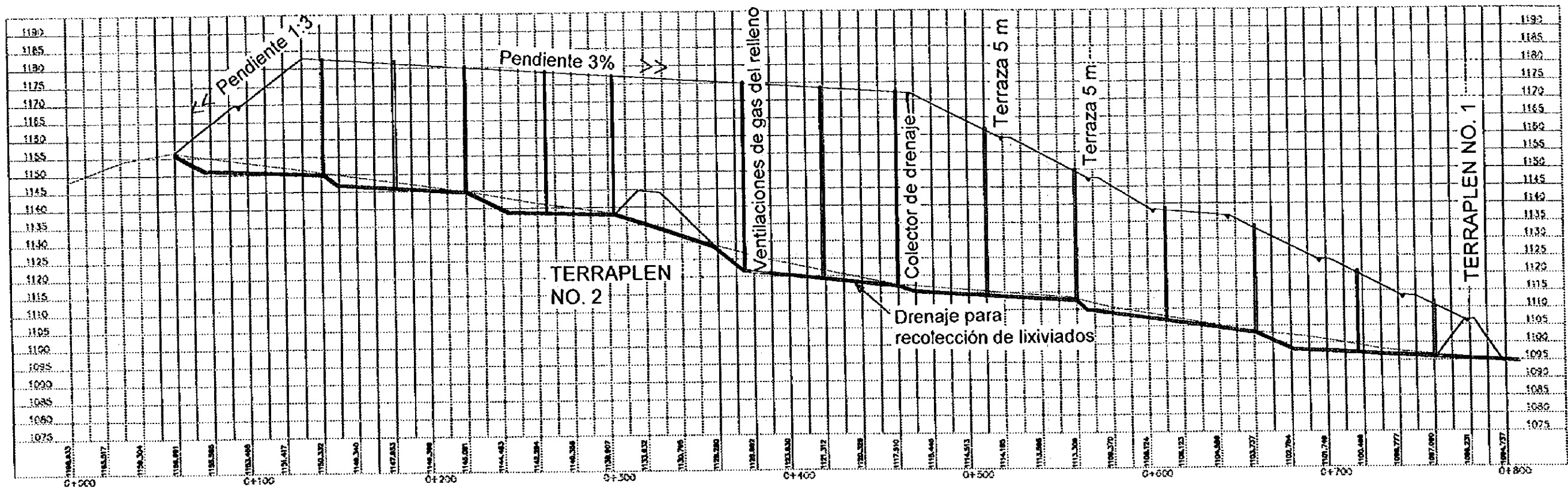


Figura 18: Perfil del Nuevo Sitio de Relleno

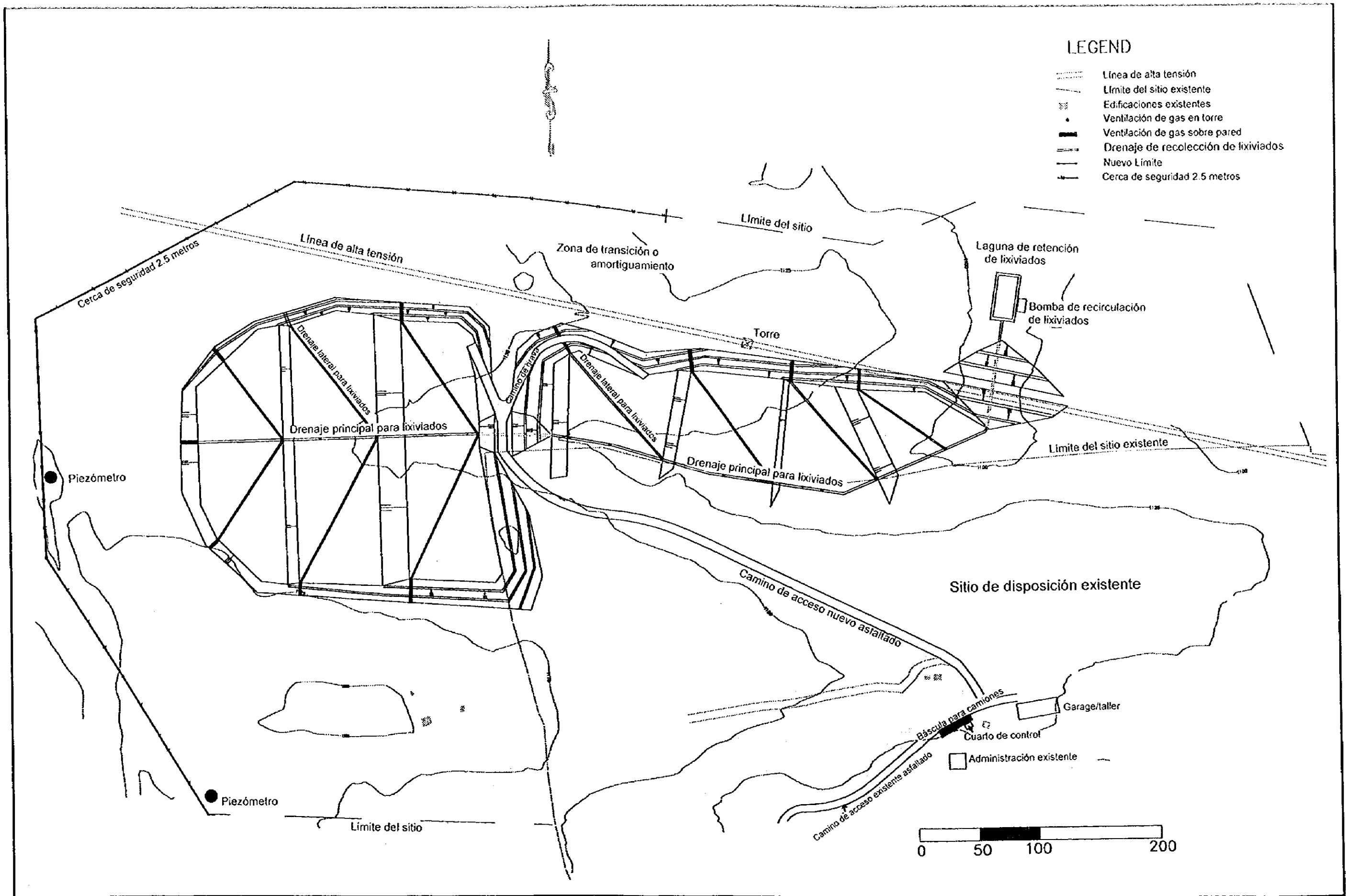


Figura 19: Plan de Instalaciones del Nuevo Sitio de Disposición

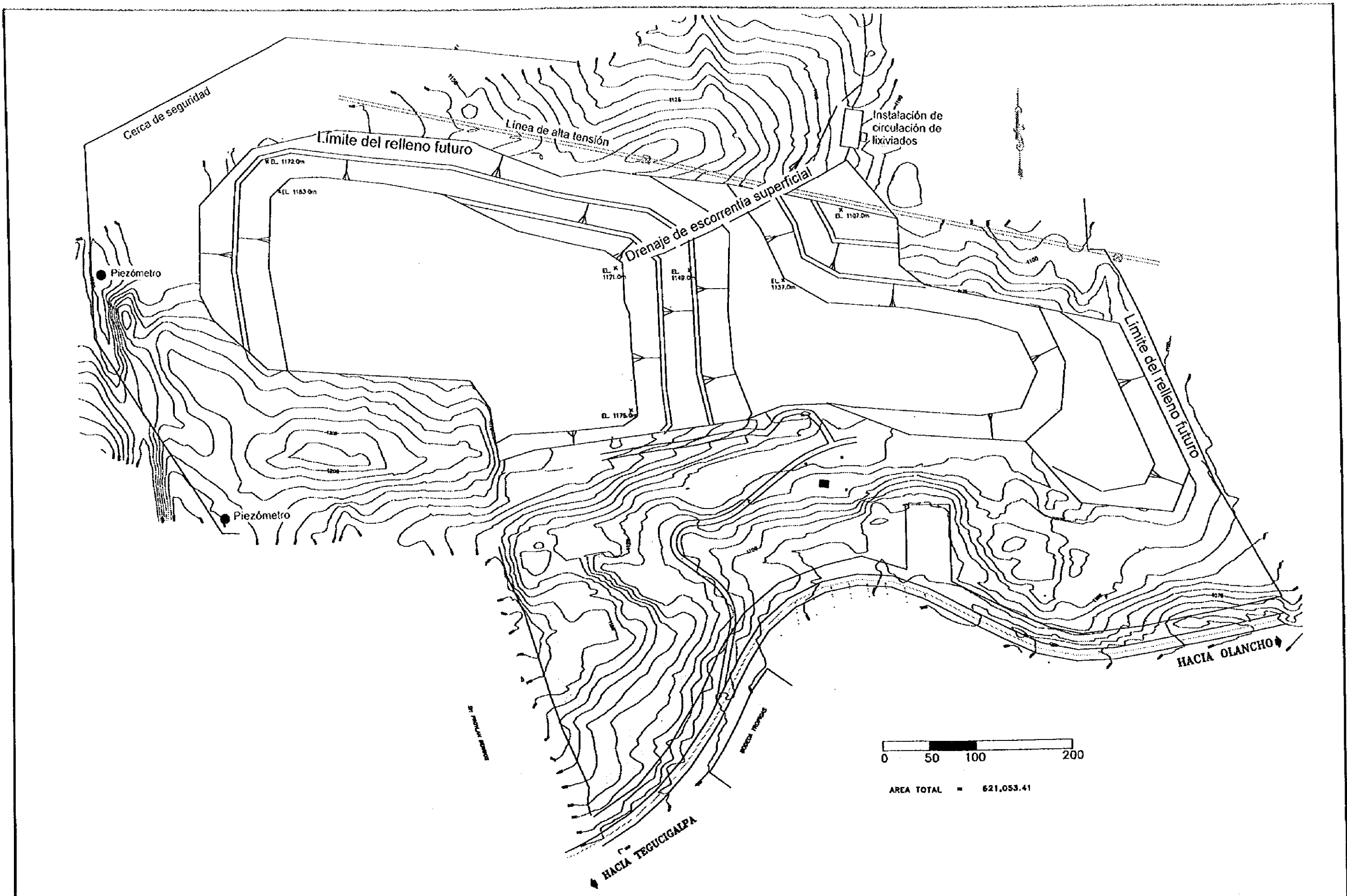


Figura 20: Plan de Clausura del Sitio de Disposición Final

