

K.2.2 Hipótesis para el Pronóstico de la Cantidad y Composición

K.2.2.1 Cantidad de Residuos

Las siguientes son las hipótesis para el pronóstico de la cantidad de residuos.

- La proporción de generación de residuos (---g/día/cápita) es constante de la actualidad al futuro.
- El aumento en el número de establecimientos (como oficinas, mercados y restaurantes), empleados y/o otros parámetros relacionados se obtuvo asumiendo que es proporcional al crecimiento de la población de 1999 al 2010, y se utilizó para calcular la futura generación de residuos de estos establecimientos.

K.2.2.2 Composición de los Residuos

Si el estilo de vida, incluyendo los hábitos alimenticios, no cambia radicalmente, la composición en general de los residuos quizás no cambie considerablemente. Es difícil pronosticar que el estilo de vida en el AMSS pueda ser alterado substancialmente en 10 años. Por ello, se asume que la composición de los residuos hasta el año meta 2010 será similar a la de la actualidad.

K.2.3 Composición de los Residuos

K.2.3.1 Composición de los Residuos (en Base Húmeda)

El Cuadro K-12 muestra la composición de los residuos domésticos y el Cuadro K-13 muestra los residuos de restaurantes, de otros comercios, institucionales, de mercados y del barrido de calles.

Cuadro K-12: Composición de los Residuos Domésticos

Unidad: %

Composición	Ingreso alto	Ingreso medio	Ingreso bajo
Combustible	95.5	94.4	93.4
Residuos alimenticios	59.5	57.6	66.0
Papel	18.5	13.0	13.1
Textiles	1.2	1.1	2.5
Grama, madera, bambú	2.7	16.8	4.0
Plásticos	12.1	5.8	7.8
Hule, cuero	1.5	0.1	0.0
Incombustible	4.5	5.6	6.6
Metales	1.3	1.1	1.2
Botellas, vidrio	1.3	2.6	3.7
Cerámica y tierra	0.2	0.7	0.6
Otros	1.7	1.2	1.1
Total	100.0	100.0	100.0

Cuadro K-13: Composición de Residuos Comerciales, Institucionales, de Mercado y del Barrido de Calles

Unidad: %

Composición	Comercial		Institucional	Mercado	Barrido de calles
	Restaurante	Otros			
Combustible	95.1	97.5	89.3	96.8	88.3
Residuos alimenticios	62.2	6.4	19.0	78.1	2.6
Papeles	22.1	63.1	35.0	9.5	6.4
Textiles	0.0	5.2	1.1	0.3	0.4
Grana, madera, bambú	0.3	11.8	12.3	1.4	75.3
Plásticos	10.2	10.6	20.5	7.2	3.6
Hule, cuero	0.3	0.4	1.4	0.3	0.0
Incombustible	4.9	2.5	10.7	3.2	11.7
Metales	0.7	1.3	0.5	0.4	0.1
Botellas, vidrio	2.4	0.3	4.6	0.8	0.3
Cerámica y tierra	0.0	0.0	1.6	0.7	9.8
Otros	1.8	0.9	4.0	1.3	1.5
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

K.2.3.2 Contenido de Humedad

El Cuadro K-14 muestra el contenido de humedad de cada categoría.

Cuadro K-14: Contenido de Humedad

Categoría		Contenido de humedad (%)
Doméstico	Ingreso alto	51.45
	Ingreso medio	46.97
	Ingreso bajo	46.61
Comercial	Restaurante	58.83
	Otros	12.79
Institucional		19.19
Mercado		64.85
Barrido de calles		16.60

K.2.3.3 Contenido de Carbono y Nitrógeno

El Cuadro K-15 muestra el contenido de carbono y nitrógeno de los residuos domésticos, (ingreso medio), de restaurantes y mercados.

Cuadro K-15: Contenido de Carbono y Nitrógeno

Categoría	Contenido (%)		Proporción de C/N
	Carbono	Nitrógeno	
Doméstica ¹	42.74	2.81	15.2
Restaurante	45.16	3.52	12.8
Mercado	44.55	3.28	13.6

Nota: ¹ Ingreso medio

K.2.4 Cantidad de Residuos

Se calcula la futura generación de residuos con base en las hipótesis anteriores.

K.2.4.1 Proporción de Generación de Residuos

El Cuadro K-16 muestra la proporción de generación de residuos.

Cuadro K-16: Proporción de Generación de Residuos

Fuente		Unidad	Proporción de generación
Residuo doméstico	Ingreso alto	g/persona/día	600
	Ingreso medio		540
	Ingreso bajo		420
Residuo comercial	Restaurante	g/lugar/día	466
	Otros	g/empleado/día	482
Residuo institucional		g/empleado/día	196
Residuo de mercado		g/puesto/día	1,674
Residuo del barrido de calles		g/m/día	198

K.2.4.2 Parámetros de Pronóstico

Se delimitan los parámetros necesarios para el pronóstico de la futura cantidad de residuos, con excepción de la longitud del barrido de calles, asumiendo que aumentan de manera proporcional al crecimiento de la población. Los parámetros de pronóstico en el 2010 se muestran en el Cuadro K-17.

Cuadro K-17: Parámetros de Pronóstico en el 2010

	Población				Comercial		Residuo institucional	Residuo de mercado	Residuo del barrido de calles
	Total	Ingreso alto	Ingreso medio	Ingreso bajo	Restaurante	Otros			
					No. de asientos	No. de empleados	No. de empleados	No. de puestos	km
San Salvador	512,873	155,606	117,858	239,409	20,253	51,173	93,374	23,429	324,769
Mejicanos	217,248	6,713	71,670	138,865	10,389	22,644	43,366	1,698	29,060
Delgado	180,727	5,837	23,314	151,576	8,960	21,989	23,509	532	15,036
Cuscatancingo	125,618	0	14,773	110,845	8,693	12,466	15,195	0	8,970
Ayutuxtepeque	43,005	4,270	19,369	19,366	1,287	3,811	10,473	317	2,660
San Marcos	76,106	0	20,488	55,618	3,782	5,548	6,569	515	7,010
Nueva San Salvador	197,690	48,039	126,304	23,347	7,143	17,029	41,170	3,288	43,080
Antiguo Cuscatlán	72,950	41,107	26,065	5,778	2,455	7,469	23,301	704	51,630
Soyapango	309,772	0	51,949	257,823	24,097	27,772	45,385	3,693	12,618
Ilopango	168,554	0	38,312	130,242	8,363	12,137	17,206	553	1,760
San Martín	129,365	0	26,636	102,729	12,794	13,915	14,681	4,644	1,700
Apopa	235,614	0	11,616	223,998	19,895	18,481	16,371	6,771	5,615
Nejapa	18,350	0	9,175	9,175	1,598	2,637	1,872	108	668
Tonacatepeque	39,509	0	19,755	19,754	1,815	5,525	17,234	197	3,225
Total	2,327,381	261,572	577,284	1,488,525	131,524	222,596	369,706	46,449	507,801

K.2.4.3 Cantidad Futura de Generación de Residuos

El Cuadro K-18 resume la cantidad calculada de generación de residuos para el año 2010 mediante la incorporación de las cifras del Cuadro K-16 y Cuadro K-17.

Cuadro K-18: Cantidad de Generación de Residuos en el 2010

Unidad: ton/día

	Doméstico	Restaurante	Diferente a restaurante	Institucional	Mercado	Barrido de calles	Total
San Salvador	257.6	9.4	24.7	18.3	39.2	64.4	413.6
Mejicanos	101.0	4.8	10.9	8.5	2.8	5.8	133.8
Delgado	79.8	4.2	10.6	4.6	0.9	3.0	103.1
Cuscatancingo	54.6	4.1	6.0	3.0	0.0	1.8	69.5
Ayutuxtepeque	21.2	0.6	1.8	2.1	0.5	0.5	26.7
San Marcos	34.5	1.8	2.7	1.3	0.9	1.4	42.6
Nueva San Salvador	106.8	3.3	8.2	8.1	5.5	8.5	140.4
Antiguo Cuscatlán	41.2	1.1	3.6	4.6	1.2	10.2	61.9
Soyapango	136.4	11.2	13.4	8.9	6.2	2.5	178.6
Ilopango	75.4	3.9	5.9	3.4	0.9	0.3	89.8
San Martín	57.5	6.0	6.7	2.9	7.8	0.3	81.2
Apopa	100.4	9.3	8.9	3.2	11.3	1.1	134.2
Nejapa	8.9	0.7	1.3	0.4	0.2	0.1	11.6
Tonacatepeque	19.0	0.8	2.7	3.4	0.3	0.6	26.8
Total	1,094.3	61.2	107.4	72.7	77.7	100.5	1,513.8

K.2.5 Residuos Hospitalarios

Para el pronóstico de la cantidad futura de residuos generados se asume que el número total de camas en el AMSS aumenta en proporción a la tasa de crecimiento de la población urbana del AMSS, y que igualmente la generación de residuos hospitalarios crece en proporción al número de camas. El siguiente cuadro muestra la tasa de crecimiento de la población hasta el año 2010 (siendo la población para el año 1999 1.0).

Cuadro K-19: Incremento Futuro de la Tasa de Población

Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
San Salvador	1.000	1.013	1.026	1.039	1.052	1.063	1.072	1.078	1.083	1.086	1.085	1.083
Mejicanos	1.000	1.023	1.044	1.065	1.085	1.103	1.119	1.132	1.144	1.154	1.164	1.173
Ciudad Delgado	1.000	1.026	1.052	1.076	1.098	1.119	1.138	1.155	1.170	1.184	1.197	1.210
Cuscatancingo	1.000	1.044	1.085	1.124	1.162	1.198	1.232	1.266	1.299	1.331	1.362	1.395
Ayutuxtepeque	1.000	1.059	1.114	1.167	1.216	1.264	1.311	1.358	1.403	1.447	1.491	1.536
San Marcos	1.000	1.014	1.027	1.041	1.054	1.066	1.075	1.081	1.086	1.089	1.091	1.093
Nueva San Salvador	1.000	1.038	1.077	1.117	1.158	1.198	1.237	1.276	1.314	1.351	1.389	1.425
Antiguo Cuscatlán	1.000	1.055	1.112	1.172	1.234	1.298	1.362	1.428	1.496	1.564	1.634	1.706
Soyapango	1.000	1.006	1.012	1.018	1.024	1.031	1.039	1.048	1.055	1.064	1.078	1.092
Ilopango	1.000	1.038	1.073	1.106	1.138	1.168	1.196	1.224	1.250	1.274	1.298	1.323
San Martín	1.000	1.079	1.152	1.222	1.290	1.357	1.424	1.493	1.561	1.630	1.700	1.772
Apopa	1.000	1.048	1.092	1.135	1.175	1.215	1.253	1.291	1.328	1.364	1.400	1.437
Nejapa	1.000	1.033	1.065	1.095	1.122	1.146	1.164	1.182	1.196	1.207	1.215	1.223
Tonacatepeque	1.000	1.044	1.084	1.123	1.159	1.193	1.224	1.255	1.284	1.310	1.336	1.362
Total	1.000	1.027	1.053	1.078	1.103	1.126	1.148	1.170	1.189	1.208	1.227	1.245

El cuadro anterior indica que la población urbana en el año 2010 será 1.245 veces más que en 1999. Por ello, se pronostica que la cantidad generada de residuos hospitalarios en el año 2010 será de igual manera 1.245 veces mayor que la generada en 1999, la cual se calculó después de analizar y comparar los resultados de las investigaciones de campo del Estudio realizadas en 1999/2000 y los datos e información del MSPAS.

La cantidad de generación de residuos hospitalarios en 1999 se calculó en 3.2 ton/día, como se muestra en la sección “Situación Actual del Manejo de Residuos Sólidos”.

Cuadro K-20: Cantidad de Generación de Residuos Hospitalarios en 1999

	Categoría	Proporción de generación (kg/cama/día)	Cantidad generada (ton/día)
Investigación de campo de JICA	I	0.553	2.50
	II	0.676	0.7
	III	0.327	0.2
	Total	0.513	2.9
MSPAS	I	0.652	2.4
	II	0.699	0.7
	III	0.465	0.3
	Total	0.636	3.4
Promedio		0.575	3.2

De igual manera, se pronostica la cantidad de generación de residuos hospitalarios del año 2001 al 2010 con base en las hipótesis anteriores (ver el siguiente cuadro).

Cuadro K-21: Pronóstico de la Cantidad Futura de Generación de Residuos Hospitalarios

Año	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Tasa de incremento	1.000	1.027	1.053	1.078	1.103	1.126	1.148	1.170	1.189	1.208	1.227	1.245
Cantidad (ton/día)	3.20	3.29	3.37	3.45	3.53	3.60	3.67	3.74	3.80	3.87	3.93	3.98

K.3 Otras Condiciones Previas

K.3.1 Condiciones Financieras

K.3.1.1 Tasa de Crecimiento Económico

FUSADES (Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social) ha pronosticado la tasa de crecimiento económico hasta el año 2004 para 3 escenarios: crecimiento bajo, base y alto crecimiento (ver el siguiente cuadro).

Cuadro K-22: Pronóstico de la Tasa de Crecimiento Económico hasta el Año 2004

Caso	Modelo sin capital humano	Modelo con capital humano
Bajo	4.2%	4.1%
Base	5.1%	5.0%
Alto	6.1 – 6.2%	6.0 – 6.1%

Si se pone atención al pronóstico anterior, a los registros de crecimiento económico nacional en los últimos cinco años (alrededor de 5.0%) y el reciente crecimiento global menor en promedio, la tasa de crecimiento económico en este país es 5.0% hasta el año 2005 y 4.0% después de este año está asumida para los análisis que se proporcionan en este estudio. Por otro lado, las tasas de crecimiento del PIBR, del presupuesto municipal y del ingreso doméstico en el AMSS están calculadas en alrededor de 0.5% encima de la tasa de crecimiento del PIB, si se considera que el AMSS sigue concentrando más funciones centrales y más actividades de producción y consumo que otras áreas.

Cuadro K-23: PIBR en el Área Metropolitana de San Salvador

	Unidad	1999	2000	2001 al 2005	2006 al 2010
Tasa de crecimiento del PIB	%	2.1%	3.5%	5.0%	4.0%
Tasa de crecimiento del PIBR	%	2.6%	4.0%	5.5%	4.5%

Cuadro K-24: PIBR en el Área Metropolitana de San Salvador

	Unidad	1999	2000	2005	2010
PIBR	Millones de colones a precios de 1998	42,057	43,739	57,166	71,239
PIBR/cápita *	US\$	2,466	2,500	2,927	3,369

Nota: * divididos entre la población total de los 14 municipios

K.3.1.2 Condiciones Financieras

a. Escala Financiera de las Municipalidades

El siguiente cuadro muestra las estimaciones sobre los presupuestos de las 14 municipalidades, asumiendo que éstas aumentarán en proporción a las tasas de crecimiento del PIBR.

Cuadro K-25: Escala Financiera de las Municipalidades

Unidad: 1000 colones en precios de 1999

Ciudad \ Año	1999	2005	2010
San Salvador	322,537	438,409	546,335
Mejicanos	15,227	20,697	25,793
Delgado	18,175	24,704	30,786
Cuscatancingo	13,016	17,692	22,047
Ayutuxtepeque	8,652	11,760	14,655
San Marcos	10,662	14,492	18,060
Nueva San Salvador	56,785	77,185	96,186
Antiguo Cuscatlán	21,265	28,904	36,020
Soyapango	40,332	54,821	68,317
Ilopango	12,970	17,629	21,969
San Martín	6,743	9,165	11,422
Apopa	13,994	19,021	23,704
Nejapa	8,554	11,627	14,489
Tonacatepeque	5,986	8,136	10,139

b. Predicciones del Ingreso Doméstico Promedio

Se predice que el ingreso doméstico en el AMSS crecerá en proporción a la tasa de crecimiento del PIBR/cápita (ver siguiente cuadro).

Cuadro K-26: Predicción del Ingreso Doméstico Promedio

Unidad: colones/año en precios de 1999

Ciudad \ Año	1999	2005	2010
San Salvador	76,110	96,464	116,518
Mejicanos	60,340	73,326	87,132
Delgado	46,901	56,018	65,671
Cuscatancingo	46,355	51,127	56,305
Ayutuxtepeque	57,500	59,629	63,414
San Marcos	50,212	63,506	77,849
Nueva San Salvador	81,776	89,867	97,201
Antiguo Cuscatlán *	149,969	149,625	148,945
Soyapango	56,757	74,265	88,016
Ilopango	47,871	54,386	61,306
San Martín	37,264	35,569	35,618
Apopa	40,705	44,151	47,985
Nejapa	32,089	37,459	44,432
Tonacatepeque	31,718	35,216	39,435

Nota: * EL incremento de la tasa población es mayor que la del PIBR.

c. Sistema Financiero Actual de los Municipios

El siguiente cuadro evalúa el estado actual del sistema financiero municipal con base en la información recibida por el Equipo mediante preguntas y datos enviados por la C/P.

Cuadro K-27: Sistema Financiero Actual de los Municipios

	Contabilidad separada	Recaudación de tasas mediante CAESS/ DELSUR	Base de datos computarizada para recaudar tasas	Análisis financiero
San Salvador	Suficiente	Tasa de aseo y R/S	Existe	Suficiente
Mejicanos	No suficiente	R/S	No suficiente	No suficiente
Delgado	Suficiente	R/S	No suficiente	No suficiente
Cuscatancingo	No suficiente	Tasa de aseo	No	No suficiente
Ayutuxtepeque	No suficiente	R/S	No suficiente	No suficiente
San Marcos	No suficiente	R/S	No suficiente	No suficiente
Nueva San Salvador	Suficiente	Tasa de aseo y R/S	No suficiente	No suficiente
Antiguo Cuscatlán	No suficiente	No	No suficiente	No suficiente
Soyapango	Suficiente	R/S	Existe	Suficiente
Ilopango	Suficiente	R/S	No suficiente	Suficiente
San Martín	No suficiente	No	Existe	No suficiente
Apopa	No suficiente	R/S	No suficiente	No suficiente
Nejapa	Suficiente	No	No	No suficiente
Tonacatepeque	No suficiente	No	No	No suficiente

d. Dimensiones Financieras Actuales de la OPAMSS

El presupuesto de la OPAMSS en el año 2000 se redujo en aproximadamente 70% en comparación al de 1997. Los costos por personal representan cerca de 80% en ambos años.

Cuadro K-28: Presupuesto de la OPAMSS

Unidad: 1000 colones

	2000	1999	2000/1999(%)
Costo de personal	5,041	7,597	66.4
Bienes y servicios	776	1,047	74.1
Costo financiero	363	353	102.8
Transferencia actual	0	10	0.0
Inversión	155	176	88.1
Amortización	200	200	100
Total	6,535	9,383	69.6

Fuente: Departamento financiero de la OPAMSS

El estado de resultados de la OPAMSS en los años 1997, 1998 y 1999 se resume en el siguiente cuadro.

Cuadro K-29: Balance de la OPAMSS

Unidad: 1,000 colones

Partidas		1999	1998	1997
Ingresos	Venta de bienes y servicios *	6,082	8,598	10,261
	Transferencia actual	476	950	0
	Ingresos financieros	173	471	356
	Ajuste	70	1	24
	Total	6,801	10,020	10,641
Egresos		9,368	10,720	7,457
Superávit/Déficit		-2,567	-700	3,184

Nota : * incluyendo servicios de permisos

Fuente : Departamento financiero de la OPAMSS

K.3.2 Condiciones para la Estimación de Costos

Esta sección establece los precios básicos y los datos de diseño claves para el punto '2.5 Análisis Comparativo de Alternativas Técnicas'.

Los precios y tasas de cambio se basan en indicadores de abril del 2000.

a. Tasa de Cambio

$$\text{US\$1.00} = 8.75 \text{ colones} = \text{JP¥105.00}$$

b. Precios Básicos

Personal

Los siguientes salarios incluyen seguridad social (ISSS y AFP) y bonos.

Gerente: 70,000 colones/año

Ingeniero: 60,000 colones/año

Supervisor:	40,000 colones/año
Mecánico:	50,000 colones/año
Asistente de mecánico:	40,000 colones/año
Motorista:	35,000 colones/año
Trabajador:	32,000 colones/año
Secretaria:	30,000 colones/año

Nota: Estos costos de personal se considerarían en el momento de ejecutarse el estudio de factibilidad.

Combustible

Gasolina:	15 colones/galón (3.96 colones/litro)
Diesel:	9 colones/galón (2.38 colones/litro)

c. Vida de Servicio

Vehículos:	7 años
Estación de transferencia *:	20 años

* vida de servicio integrada de las instalaciones incluyendo edificaciones, maquinaria, etc. que sean necesarias.

d. Tasa de Interés

Se asume una tasa de interés de 5% al año. El período de reembolso se supone corresponde a la vida de servicio.

e. Datos de Diseño Claves

Peso volumétrico en fuente de generación:	200 kg/m ³
Peso volumétrico en camión de volteo:	300 kg/m ³
Peso volumétrico en camión compactador:	450 kg/m ³
Jornada:	7.5 horas/día

K.4 Análisis Comparativo de Alternativas Técnicas

K.4.1 Sistema de Almacenamiento y Descarga

Los residuos se generan en una base más o menos continua. Sin embargo, la recolección se realiza intermitentemente, unas cuantas veces a la semana o quizás diario, dependiendo de la cantidad generada en un lugar específico y de las condiciones climáticas. Por ello, es necesario proporcionar un almacenamiento adecuado de los residuos en el hogar hasta que éstos sean recolectados. El almacenamiento es muy importante porque tiene un efecto significativo sobre lo siguiente:

- La salud pública y las condiciones estéticas
- Los consiguientes elementos funcionales como la recolección
- La recuperación de materiales (reciclaje)

Los efectos sobre estos aspectos varían dependiendo de la fuente generadora; es decir, las casas individuales, apartamentos, tiendas, edificios de oficinas, etc.

Salud pública y condiciones estéticas

Los aspectos de salud pública están relacionados principalmente a la infestación de los residuos sólidos con bichos e insectos que generalmente se convierten en vectores potenciales portadores de enfermedades. La medida de control más efectiva por mucho tanto para ratas como para moscas es una adecuada sanidad. Por lo general esto involucra el uso de bolsas de papel/plástico o contenedores con tapas ajustadas, el lavado periódico de los contenedores y de las áreas de almacenamiento y la remoción frecuente de materiales biodegradables, lo que es particularmente importante en áreas con clima templado.

Las consideraciones estéticas están relacionadas con la producción de olores y las condiciones desagradables que pueden desarrollarse cuando no se pone la atención adecuada al mantenimiento de condiciones sanitarias. La mayor parte de los olores pueden ser controlados mediante el uso de contenedores sellados y la entrega a tiempo de los residuos a los servicios de recolección de residuos. Para mantener condiciones estéticas, se debe tallar y lavar periódicamente el contenedor.

Consiguientes elementos funcionales

El almacenamiento y la recolección son operaciones separadas que sin embargo deben estar estrechamente coordinadas. El tipo, tamaño y ubicación de los contenedores son factores muy importantes para determinar el sistema de recolección más eficiente. Los contenedores comunales grandes son favorables en términos de elevar la eficiencia de recolección, pero tienen considerables efectos adversos tales como olores en los alrededores del contenedor. Los contenedores pequeños son más convenientes para cargar los residuos pero reducen la eficiencia de recolección debido a que requieren detenerse más frecuentemente para cargar residuos.

Recuperación de materiales (reciclaje)

Si se almacenan por separado los materiales reutilizables y/o reciclables en la fuente generadora y si existe un sistema de recolección sin importar que funcione de manera formal o informal, dichos materiales podrían ser recuperados de la vena y canalizados a la arteria del flujo de materiales.

a. Reconocimiento del Problema

De acuerdo con los resultados del SOP, 89.0% de las 420 casas utilizan bolsa de plástico como recipiente para los residuos, 20.7 % utiliza contenedores de metal/plástico/madera, un grupo de población reducido utiliza bolsas de papel (1.0%) y cajas de cartón (1.4%) y 3.1% respondió que utiliza otros contenedores.

En términos generales, los hogares de mayores ingresos tienen mayor espacio para almacenar los residuos, mientras que los de menores ingresos no tienen. De hecho, las áreas de almacenamiento de residuos de los hogares de bajos ingresos son más vulnerables a infestarse de insectos y animales debido a las condiciones de sus hogares, como por ejemplo no tienen piso adecuado, pobre hermeticidad y fácil acceso para los perros ya que no tienen paredes. Por ello, puede decirse que las necesidades de un almacenamiento apropiado son más para los hogares de bajos ingresos que para los de altos ingresos.

La separación de los residuos en la fuente generadora no es común. La mayor parte de los materiales reciclables y reutilizables tales como latas, botellas y papeles son mezclados, entregados y dispuestos con otros residuos. Sin embargo, algunas personas separan dichos materiales reutilizables/reciclables para entregarlos a recolectores, de acuerdo con el SOP.

b. Potenciales Alternativas Técnicas

En esta sección se analizan las alternativas técnicas del Cuadro K-30 respecto al sistema de almacenamiento y descarga, tomando en cuenta los efectos mencionados con anterioridad.

Cuadro K-30: Potenciales Alternativas Técnicas de Almacenamiento y Descarga

Sistema técnico	Subsistema	Componentes del subsistema
Almacenamiento y descarga	<ul style="list-style-type: none"> • Tipo de recipiente para almacenamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Bolsa de plástico • Bote de basura
	<ul style="list-style-type: none"> • Manera de descarga 	<ul style="list-style-type: none"> • Mezclada • Separada

c. Selección de Alternativas

c.1 Tipo de Recipiente de Almacenamiento

i. Bolsa de Plástico

La bolsa de plástico generalmente involucra el uso de bolsas con una capacidad de 20 a 80 litros para el almacenamiento de residuos, los cuales son recogidos posteriormente por el servicio de recolección.

Ventajas

- El sistema es muy sanitario porque las bolsas son desechables.
- Este sistema se maneja fácilmente porque las bolsas son ligeras de peso y desechables cuando son descargadas.
- El sistema no requiere de ninguna inversión inicial.

Desventajas

- El sistema requiere de la compra continua de bolsas.
- El uso de bolsas desechables incrementa la cantidad de residuos generados.
- Los animales o niños pueden romper fácilmente las bolsas o se desgarran cuando están muy llenas.
- Se puede esparcir el contenido de las bolsas en los puntos de recolección cuando no se amarran.

Utilidad

Como muestra el resultado del SOP, el uso de bolsas de plástico para el almacenamiento de residuos es común en el Área de Estudio. La mayor parte de las

bolsas de plástico que se usan son las del supermercado, aunque algunos grandes generadores como tiendas y algunas residencias de ingreso alto utilizan bolsas de plástico más grandes que las que se venden en las tiendas.

El uso de bolsas de supermercado no tienen injerencia sobre la cantidad de generación, ya que la tienda las distribuye a los clientes para que lleven sus compras.

Un problema que tiene que tomarse en cuenta es la infestación mediante insectos y animales. Se tiene que poner más atención a esto en hogares de bajos ingreso que en las de alto ingreso debido a las condiciones de las viviendas.

ii. Botes de basura

Los botes de basura son cualquier contenedor de tamaño reducido con tapa, con una capacidad de 30 a 120 litros. Una persona puede razonablemente alzar y vaciar contenedores con un peso de hasta 28 kg (70 litros), mientras que se requieren dos hombres para levantar un contenedor de 48 kg (120 litros). Los botes de basura pueden estar hechos de acero galvanizado o de polietileno de alta densidad y resistentes a todo tipo de clima.

Ventajas

- Este sistema proporciona buenas condiciones sanitarias ya que se pueden tapar completamente los residuos almacenados.
- Este sistema mantiene condiciones estéticas.
- Este sistema dura muchos años.

Desventajas

- Este sistema requiere de una inversión inicial para la compra de los botes.
- Los botes requieren de un lavado periódico para conservar sus condiciones sanitarias.
- Se les roba fácilmente debido a su utilidad.

Utilidad

Los resultados del SOP indican que cerca de 20% de los hogares en el Área de Estudio emplean este tipo de contenedores.

El contenedor de metal es más corrosivo por el agua y por el lixiviado de los residuos que el contenedor de plástico. Es decir, el contenedor de plástico dura más que el de metal, y es una opción más económica que la segunda a largo plazo. Además, el contenedor de plástico es fácil de manejar y más ligero.

Respecto a la facilidad de robarse estos recipientes, se debe poner atención a la hora de la descarga de los residuos. Dejar un contenedor afuera de las casas durante mucho tiempo atrae a cualquier ladrón.

c.2 Manera de Descarga

i. Descarga Mixta

La descarga mixta significa que casi todos los tipos de residuos están mezclados cuando son entregados. Sus ventajas y desventajas respecto al MRS son como sigue:

Ventajas

- Este sistema no requiere de la compra de un par de recipientes para almacenar material reutilizable/reciclable y otros de manera separada.
- Este sistema no causa problemas al separar el material reutilizable/reciclable.
- Este sistema no requiere de una recolección especial, es decir, recolección separada.

Desventajas

- En este sistema se contamina el material reutilizable/reciclable por otros residuos y reduce su valor.
- Este sistema dificulta la recuperación de material reutilizable/reciclable.

ii. Descarga Separada

La descarga separada significa que algunos materiales reutilizables/reciclables son entregados por separado de otros residuos en el mismo día o en otro distinto. Sus ventajas y desventajas son como sigue.

Ventajas

- Este sistema evita que los materiales reutilizables/reciclables se contaminen por otros residuos y mantienen su valor.
- Este sistema facilita la recuperación de material reutilizable/reciclable.

Desventajas

- Este sistema quizás requiera de la compra de recipientes para almacenar el material reutilizable/reciclable.
- La separación de material reutilizable/reciclable en este sistema causa problemas.
- Este sistema requiere de una recolección especial; es decir, recolección separada.

d. Conclusión

Ya que el SOP muestra que el uso de bolsas de plástico es muy aceptado en el Área de Estudio, esto es favorable en virtud de la sanidad y manejo de residuos. El problema es que este sistema es vulnerable a la infestación de animales. Por ello, el método de recolección más recomendable es el uso combinado de bolsas de plástico y de botes de plástico.

Al momento de la descarga, sólo se sacará la bolsa de plástico que contenga los residuos. Esto ayuda a la persona que descarga los residuos a llevarlos a un punto de recolección porque es ligera, y esto evita que alguien se robe el bote.

Tal y como se mencionó anteriormente, las ventajas y desventajas de la descarga separada y mixta son diametralmente opuestas. La descarga mixta es la manera más económica en virtud de los costos. Sin embargo, la descarga separada sería una alternativa más barata que la anterior en el caso de que se estableciera un mercado para material reutilizable/reciclable, y la reducción de residuos ahorra considerables costos para disposición.

La separación en la fuente no es muy común pero algunas personas la practican de acuerdo con el SOP; dichas personas almacenan residuos reutilizables y/o reciclables para los recolectores de estos materiales. Esto muestra que existe un mercado potencial de materiales reutilizables/reciclables.

Aunque no existe en la actualidad un sistema formal de recolección separada mas que unos pocos proyectos piloto como uno que se realiza en San Salvador, es preferible alentar la separación en la fuente para fortalecer el mercado existente de materiales reutilizables/reciclables y preparar la recolección separada en el futuro, sobre todo en virtud de la conservación de recursos como uno de los temas globales.

K.4.2 Sistema de Recolección y Transporte

En esta sección se analizan las alternativas técnicas del sistema de recolección y transporte. Los términos utilizados en este informe se definen de acuerdo con el Cuadro K-31.

Cuadro K-31: Definición del Sistema de Recolección y Transporte

Sistema técnico	Definición	Aplicación
Recolección primaria	Llevar los residuos descargados a un almacenamiento temporal	Esta recolección primaria se realiza en áreas en las que no hay vías accesibles para los vehículos de recolección
Almacenamiento temporal	Almacenar los residuos durante un cierto tiempo hasta ser recolectados	Cuando se emplea la recolección primaria, se vuelve necesario inevitablemente este almacenamiento temporal
Recolección (recolección secundaria)	Recolectar los residuos en cada casa o almacenamiento temporal	Este siempre es necesario en el MRS.
Transporte	Llevar los residuos recolectados del área de recolección a una instalación de tratamiento o a un relleno	Este también es siempre necesario en el MRS. En caso de que la distancia de transporte sea larga, se podría utilizar una estación de transferencia.

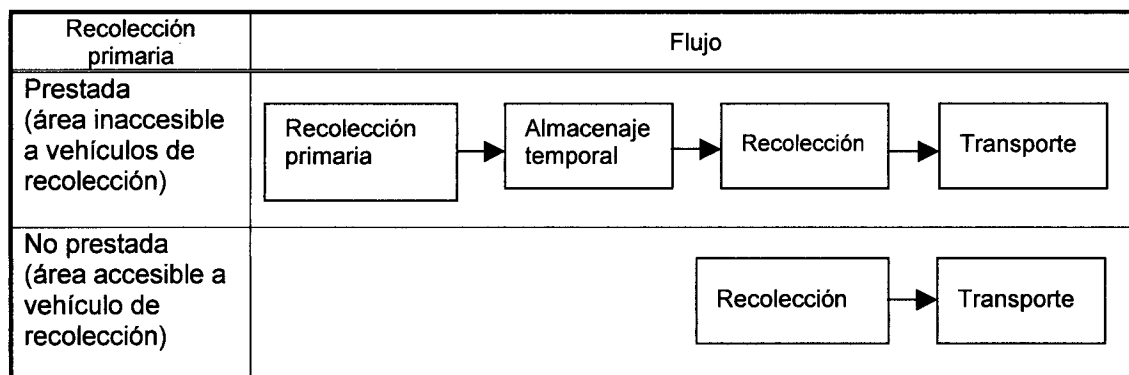
K.4.2.1 Recolección Primaria y Almacenamiento Temporal

En áreas con caminos inaccesibles para los vehículos de recolección, los residuos deben ser llevados a puntos designados para su recolección. La gente que vive cerca de tales puntos designados se les facilita descargar ellos mismos sus residuos, pero aquellos que viven más retirado tienen dificultad para hacerlo. Por ello, se debe establecer para este último caso un servicio de recolección primaria, el cual consiste en el transporte de los residuos a partir de las casas a puntos de recolección.

El almacenamiento temporal es un sistema que funciona como un punto de transferencia desde la recolección primaria a la recolección secundaria (que se tratará en la siguiente sección). Los contenedores y las estaciones funcionan como el almacenamiento temporal. Los residuos se almacenan ahí durante un cierto período, unas horas, un día o unos días dependiendo del sistema de recolección secundaria. Algunas veces los vehículos de recolección funcionan como almacenamiento temporal, deteniéndose a la orilla del camino para esperar a que los recolectores

traigan los residuos, para aquellos lugares en los que no hay espacio para colocar un contenedor o una estación.

Cuadro K-32: Con/sin Recolección Primaria



a. Reconocimiento del Problema

En el Área de Estudio, muchas comunidades marginales o de bajo ingreso no cuentan con caminos accesibles para vehículos de recolección, y en los cuales por lo general no se proporciona el servicio de recolección. Esto ocasiona botaderos ilegales, especialmente en quebradas y ríos, y degrada el ambiente del Área de Estudio.

Los contenedores y estaciones en el Área de Estudio han representado molestias, ya que los residuos se acumulan y se esparcen a su alrededor, creando condiciones no sanitarias. Por ello, la gente tiene una impresión negativa acerca de éstos.

b. Alternativas Técnicas Potenciales

En esta sección se examinan las alternativas técnicas mostradas en el Cuadro K-33 respecto a la recolección primaria y al sistema de almacenamiento temporal. Además del aspecto técnico, las consideraciones institucionales son importantes para el sistema. Esto también es considerado en esta sección.

Cuadro K-33: Alternativas Técnicas Potenciales de la Recolección Primaria

Sistema técnico	Subsistema	Componente del subsistema
Recolección primaria	• Método de recolección	<ul style="list-style-type: none"> Almacenamiento comunal (contenedores o estaciones) Recolección casa por casa
	• Tipo de equipo de recolección	<ul style="list-style-type: none"> Carretón Bicicleta
Almacenamiento temporal	• Tipo de almacenamiento temporal	<ul style="list-style-type: none"> Estación Contenedor Los carretones esperan a los vehículos de recolección Los vehículos de recolección esperan a los carretones

Cuadro K-34: Consideraciones Institucionales de la Recolección Primaria

Tipo de consideración Institucional
<ul style="list-style-type: none"> Recolección basada en comunidad Sector privado (microempresa)

c. Análisis de las Alternativas

c.1. Método de Recolección

i. Almacenamiento Comunal

Este sistema requiere que los generadores lleven sus residuos a puntos de recolección designados; es decir, contenedores o estaciones. Por ello, la participación positiva y cooperación de los usuarios es crucial para la exitosa instrumentación de este sistema. Concientizar acerca de la educación y propagar el saneamiento así como de la manera apropiada de descargar los residuos es importante, pero la distancia a la que los usuarios tienen que llevar los residuos tiene un gran efecto sobre el hecho de que este sistema funcione o no.

Ventajas

- Ésta es la manera más económica para llevar los residuos a contenedores o estaciones.
- Este sistema permite a los usuarios a concientizarse de su papel en el sistema de recolección de residuos.

Desventajas

- Este sistema puede ocasionar que los usuarios boten sus residuos en quebradas o ríos cercanos si el punto de recolección designado está muy lejos.

Utilidad

El sistema es ciertamente la alternativa más económica en términos de requerimientos de efectivo. Sin embargo, los contenedores y las estaciones a las que los usuarios necesitan llevar sus residuos deben estar a una distancia razonable; de lo contrario el sistema puede ocasionar botaderos ilegales. Dicha distancia razonable debe ser de aproximadamente 80m de acuerdo con la experiencia en esta Área de Estudio.

ii. Recolección Casa por Casa

En este sistema los recolectores de residuos los recogen de cada casa, y es uno de los más costosos pero confiables. Esta recolección casa por casa mediante el uso de un carretón por parte de microempresas está bastante diseminada en el Área de Estudio.

Ventajas

- Este sistema es confiable, ya que los recolectores de residuos tienen incentivos comerciales para llevar los residuos.
- La contribución de los usuarios en este sistema se limita a poner los residuos enfrente de sus casas.

Desventajas

- Este sistema es costoso.
- EL rango de servicio es limitado debido a los carretones operados manualmente.

Utilidad

Este sistema sería aconsejable en lugares donde los contenedores o puntos de

recolección designados están a más de 80m de las casas, pero dentro de un radio de alrededor de 1km.

Los usuarios o alcaldías responsables deben tener la capacidad de pagar la tasa de recolección por el servicio. También el área de servicio debe ser lo suficiente para que los recolectores de residuos obtengan ingresos y que la tarifa por recolección sea razonable.

c.2. Tipo de Equipo de Recolección

i. Carretón

Se utiliza una gran variedad de carretones en países en vías de desarrollo económico, así como en el Área de Estudio. El de tipo barril es el más popular en el Área de Estudio. También se utiliza ampliamente para el barrido manual de calles.

Ventajas

- Baja inversión, operación y costos de mantenimiento.
- Son producidos y con mantenimiento local.
- Diseño sencillo y fácil operación.
- Flexible a las condiciones del camino: ya sea inclinado, estrecho, con túmulos, etc.

Desventajas

- Capacidad limitada
- Rango de servicio limitado

Utilidad

Tal y como lo muestran las ventajas, los carretones son sustentables y son una tecnología apropiada para los países en desarrollo. Esto también aplica para el Área de Estudio, especialmente la flexibilidad para las condiciones del camino es ventajoso para el Área de Estudio ya que hay muchas calles estrechas e inclinadas. La capacidad y rango de servicio limitados no son una gran desventaja, ya que tales caminos inaccesibles para los vehículos de recolección no son tan largos, sino de generalmente 100 a 500m (pasajes).

ii. Carretón Tipo Bicicleta

Ventajas/desventajas/utilidad

Los carretones tipo bicicleta son una combinación de carretones y bicicletas o triciclos. Este carretón por lo general tiene una mayor capacidad y mayor rango de servicio que el carretón normal, pero es más costoso y menos flexible a las condiciones del camino. El carretón de este tipo no es muy común en el Área de Estudio debido a las condiciones del camino mencionadas anteriormente.

c.3. Tipo de Almacenamiento Temporal

i. Estación

Las estaciones son puntos de recolección designados en donde se colocan los residuos

de un grupo de 5 a 20 casas para hacer eficiente el trabajo de recolección. Por lo general dichas estaciones no cuentan con ninguna instalación ya que los residentes y los recolectores de residuos saben dónde están dichos lugares por la práctica diaria. En Japón, este sistema de recolección está muy difundido y las estaciones por lo general tienen señalamientos que anuncian los días de recolección, la hora y el método de descarga.

Ventajas

- Este sistema no requiere de inversión de capital.
- Este sistema no requiere de lugares especiales o de grandes espacios.

Desventajas

- Este sistema por lo general enfrenta oposición por parte de los residentes cercanos, especialmente cuando las casas cercanas a las estaciones no las utilizan y la oposición es bastante seria.
- Se debe manejar una cantidad pequeña de residuos y el período de almacenamiento debe ser menor, ya que condiciones insalubres acarrearán efectos adversos si los residuos son diseminados por animales o por otras causas.

Utilidad

También se observa este sistema en el Área de Estudio. Las estaciones que funcionan correctamente manejan una cantidad pequeña de residuos y se ubican en áreas comerciales. En tal caso, las condiciones estéticas y ambientales no se ven deterioradas seriamente aunque se esparzan algunos residuos, y existe una vigilancia mutua entre las tiendas y éstas están motivadas por lo general a mantener limpio su alrededor para que el negocio tenga éxito.

Por otro lado, las estaciones que almacenan muchos residuos se convierten en una molestia en el Área de Estudio. Dichos lugares se conocen como “botaderos” y existen por lo común fuera de la comunidad que la utiliza, por lo que la ausencia de propiedad y responsabilidad llevan al uso inapropiado de estas estaciones.

ii. Contenedor

Existen dos tipos de contenedores que se utilizan en el Área de Estudio: uno es de metal y el otro es de concreto. El primero está muy difundido en el Área de Estudio y 11 municipios lo utilizan. El tamaño y forma del contenedor son casi siempre los mismos: 2m^3 (3yd^3) y son compatibles con los camiones compactadores de 18yd^3 y 25yd^3 con un malacate para levantar el contenedor. Este contenedor es el estándar en el Área de Estudio.

Existen contenedores de concreto en unos pocos municipios. Éstos son más grandes que los de metal y pueden manejar una mayor cantidad de residuos; por ello, los impactos negativos de los contenedores tales como olores y antiestética son serios.

En esta sección se atiende exclusivamente los contenedores de metal, ya que el de concreto es obviamente inapropiado para las partes pobladas y urbanizadas del Área de Estudio.

Ventajas

- Este sistema puede almacenar un mayor volumen que en la estación.
- Este sistema optimiza las tareas de carga.
- Este sistema es efectivo para evitar que los animales husmeen.

Desventajas

- Este sistema necesita de cierto espacio para instalar el contenedor.
- Este sistema requiere de inversión de capital para el contenedor. En caso de que sea necesario un nuevo vehículo de recolección para este sistema, el costo de inversión será enorme.
- Al igual que en la estación, el sistema por lo general enfrenta la oposición de los residentes cercanos.
- Si el número de contenedores es insuficiente para el área meta de recolección, se derramarán los residuos de los contenedores y causarán condiciones antiestéticas e insalubres.

Utilidad

Este sistema es recomendable para una mayor cantidad de residuos que las estaciones, y optimiza el sistema de recolección. Esto significa que se podrían reducir una gran parte de los costos de recolección. Sin embargo, los ciudadanos en el Área de Estudio tienen una impresión negativa acerca de los contenedores, ya que han visto condiciones antiestéticas e insalubres alrededor de los contenedores.

Para promover el uso apropiado de los contenedores, se debe definir claramente el área de recolección, y se debe proveer el número adecuado de contenedores para satisfacer la cantidad generada de residuos en el área. Además del aspecto técnico, los contenedores deben estar dentro de la comunidad que los utilizará para concientizar y hacer responsables a los usuarios.

iii. Parada de Carretón para los Vehículos de Recolección

Este sistema significa que el recolector primario, después de llenar el carretón en la recolección, espera al vehículo de recolección en un punto determinado y los residuos son transferidos del carretón al vehículo de recolección. Este sistema se utiliza en el área de Mejicanos.

Ventajas

- Este sistema no requiere de ningún espacio para almacenar los residuos.
- Este sistema no causa la oposición como en los sistemas de estación y contenedor.
- Este sistema no requiere de ninguna inversión de capital para almacenamiento temporal.

Desventajas

- Este sistema vuelve deficiente a la recolección primaria.
- El carretón lleno no puede utilizarse hasta que los residuos son transferidos al

vehículo de recolección.

Utilidad

Este sistema requiere de una relación confiable entre el recolector primario y el recolector secundario (el vehículo recolector). Cuando se corrompe dicha relación, el sistema tampoco funciona.

En términos de buenas condiciones estéticas y sanitarias, este sistema es efectivo. Sin embargo, la eficiencia de la recolección primaria es dudosa.

iv. Parada de Vehículos de Recolección para Carretones

Este sistema significa que el vehículo de recolección espera momentáneamente a que los carretones regresen con los residuos. Esto se ve en el Área de Estudio, principalmente en San Salvador y Nueva San Salvador. En el caso de estas municipalidades, el recolector primario es el mismo que el secundario.

Ventajas

- Este sistema no requiere de ningún espacio para almacenar los residuos.
- Este sistema no causa la oposición como la estación o el contenedor.
- Este sistema no requiere de ninguna inversión de capital para almacenamiento temporal.

Desventajas

- Este sistema vuelve deficiente a la recolección secundaria.

Utilidad

En este sistema, el recolector primario debe ser controlado por el recolector secundario; de otra manera, la recolección secundaria será muy deficiente. Tal y como se observa en Nueva San Salvador y San Salvador, es preferible que el mismo actor realice tanto la recolección primaria como la secundaria.

c.4 Consideraciones Institucionales

i. Recolección Basada en la Comunidad

Este sistema consiste en que las comunidades manejan la recolección primaria ellos mismos. La comunidad recauda una pequeña cantidad de dinero de cada casa y contrata a unas personas para que recolecten y lleven los residuos al punto de recolección designado.

Ventajas

- Este sistema no depende de la municipalidad.
- La comunidad puede controlar directamente el servicio primario de recolección.

Desventajas

- Este sistema es vulnerable, ya que por lo general lo operan unas pocas personas. Si tales personas se deslindan de su responsabilidad, el sistema puede fallar fácilmente.

- La ausencia de control formal puede llevar a corrupción y mal manejo de fondos.
- Este sistema no puede cubrir una gran extensión debido a su limitada capacidad de manejo.

Utilidad

Este sistema es auto-dependiente, por ello representa una ventaja en aquellos municipios que no tienen la suficiente capacidad para prestar el servicio de recolección a la comunidad. Por otro lado, se requiere de una(s) persona(s) clave para que el sistema funcione apropiadamente. Dicha(s) persona(s) clave puede(n) ser un(os) líder(es) comunal(es) motivado(s). El área de recolección debe ser reducida, ya que por lo general la capacidad del sistema es limitada.

ii. Sector Privado (microempresas)

Este sistema introduce al sector privado en la recolección primaria, tal como las microempresas. La alcaldía puede contratar las tareas de recolección o el sector privado puede recibir la concesión de parte del municipio.

Ventajas

- La eficiencia operativa de este sistema es por lo general mayor que la de la recolección con base en la comunidad, debido a su enfoque comercial.
- Este sistema no es vulnerable, ya que los trabajadores está motivados a obtener ganancias.

Desventajas

- Se requiere que la alcaldía tenga suficiente capacidad para supervisar a las microempresas.
- La participación de los usuarios (los que descargan los residuos) es limitada.
- La calidad del servicio tiende a declinar si la supervisión por parte del municipio es insuficiente.

Utilidad

Una clara ventaja de este sistema es su enfoque comercial. EL nivel de eficiencia operativa en este sistema es alto y sustentable. Por otra parte, la calidad del servicio tiende a disminuir si el sector privado prefiere la ganancia que la calidad del mismo. Por ello, el papel de municipio de supervisarlos es crucial para la exitosa instrumentación de este sistema. Se requiere necesariamente de la supervisión por parte de la alcaldía y obligaciones claras para el sector privado en los contratos.

d. Discusión sobre Interfases Técnicas

La recolección primaria y el almacenamiento temporal son, obviamente, interdependientes. De hecho, la recolección secundaria no es independiente de estos sistemas. Si la relación entre éstos no funciona apropiadamente, el sistema de recolección en su conjunto fallará.

Esto se puede ver frecuentemente en el almacenamiento temporal como en estaciones, o “botaderos,” y contenedores. El retraso en la recolección y la ausencia de viajes para recolección resulta en contenedores llenos, residuos esparcidos y regados y

condiciones antiestéticas e insalubres. Al final, esta situación da a los ciudadanos una impresión y opinión negativa acerca del almacenamiento temporal.

La razón por la que ocurre esta situación desfavorable es que el almacenamiento temporal es una interfaz técnica. En dicha interfaz, la propiedad y responsabilidad tienden a ser ambiguas, lo que ocasiona frecuentemente situaciones desfavorables.

Para evitar esta situación, las siguientes podrían ser soluciones.

- Para promocionar la propiedad y responsabilidad de los usuarios (los que descargan los residuos) respecto a las estaciones y al contenedor e, incluso, para evitar la oposición a tales sistemas, dichos almacenamientos temporales deben estar en la comunidad que los va a usar.
- Se deben definir claramente las obligaciones de los actores en el sistema. Por ejemplo, si el recolector primario es una microempresa, sus obligaciones deben establecerse en el contrato para la perfecta instrumentación del sistema.
- Si el mismo actor realiza tanto la recolección primaria como la secundaria, no sería necesario el ambiguo almacenamiento temporal.

e. Conclusión

La recolección primaria y el almacenamiento temporal tienen varios tipos, y su utilidad y aplicación dependen de las situaciones; topografía, condiciones del camino, el nivel de ingreso de los residentes, etc. Si se toman en cuenta tales situaciones en el Área de estudio, a continuación se presentan algunas alternativas.

i. Almacenamiento Comunal (Estación)

En caso de que el punto de recolección se pueda ubicar dentro de la comunidad que lo va a utilizar, la distancia desde la casa más lejana a dicho punto será de alrededor de 80m y el número de casas sujetas a un punto de recolección sea menos de 20, el sistema de recolección de estación puede ser la mejor opción.

Cuadro K-35: Almacenamiento Comunal (Estación)

Sistema técnico	Recolección primaria	Almacenamiento temporal	Recolección secundaria
Utilidad	Almacenamiento comunal (estación)	Almacenamiento comunal (estación)	
Equipamiento/instalación	-	Estación	Vehículo de recolección
Actor	Usuarios (residentes)	Usuarios (residentes)	Municipio

ii. Almacenamiento Comunal (Contenedor)

En caso de que el punto de recolección pueda localizarse dentro de la comunidad que lo va a utilizar, la distancia a la casa más distante a dicho punto es de alrededor de 80m y el número de casas sujetas a un punto de recolección es de más de 20, el sistema de contenedor puede ser la mejor opción.

Debe definirse claramente el área sujeta al contenedor y se debe proporcionar el número adecuado de los mismos para manejar la cantidad de residuos generados en el área.

Cuadro K-36: Almacenamiento Comunal (Contenedor)

Sistema técnico	Recolección primaria	Almacenamiento temporal	Recolección secundaria
Utilidad	Almacenamiento comunal (contenedor)	Almacenamiento comunal (contenedor)	
Equipamiento/instalación	-	Contenedor	Vehículo recolector
Actor	Usuarios (residentes)	Usuarios (residentes)	Municipio

iii. **Recolección Casa por Casa Mediante Recolección con Base en la Comunidad**

En caso de que no exista espacio para la estación o contenedor dentro de la comunidad, ésta no cuente con los fondos suficientes para la recolección o el municipio responsable no tiene la suficiente capacidad de expandir el servicio de recolección a la comunidad, se podría aplicar la recolección con sede en la comunidad.

Por lo general esta recolección con base en la comunidad tiene menor capacidad que las microempresas, ya que sus recursos financieros son limitados. Es difícil para ellos cargar con los costos de la recolección secundaria o del transporte. Por ello, la municipalidad correspondiente necesita arreglar tales trabajos.

Cuadro K-37: Recolección Casa por Casa Mediante Recolección con Base en la Comunidad

Sistema técnico	Recolección primaria	Almacenamiento temporal	Recolección secundaria
Utilidad	Casa a casa	Carretones esperan al vehículo recolector	
Equipamiento/instalación	Carretones	Carretones	Vehículo recolector
Actor	Recolector con sede en la comunidad	Recolector con sede en la comunidad	Municipio

iv. **Recolección Casa por Casa Mediante Microempresa**

En caso de que no haya espacio para la estación y el contenedor dentro de la comunidad, la comunidad tiene el dinero suficiente para la recolección o el municipio responsable tiene la obligación de prestar el servicio de recolección a la comunidad porque la alcaldía recauda una tasa por recolección como un impuesto a la comunidad, entonces se puede aplicar el esquema de la participación del sector privado en el servicio de recolección.

Ya que por lo general el sector privado tiene más capacidad que la recolección con sede en la comunidad, estos pueden llevar a cabo los trabajos de la recolección secundaria o de transporte. Con esto se elimina la problemática interfaz técnica o almacenamiento temporal.

Cuadro K-38: Recolección Casa por Casa Mediante Microempresa

Sistema técnico	Recolección primaria	Almacenamiento temporal	Recolección secundaria
Utilidad	Recolección casa por casa	Vehículo recolector se detiene para esperar carretones	
Equipamiento/instalación	Carretón	Vehículo recolector	Vehículo recolector
Actor	Sector privado (microempresa)	Sector privado (microempresa)	Sector privado (microempresa)

K.4.2.2 Recolección

El objetivo de la recolección es eliminar los residuos del medio ambiente. Para lograr este objetivo se necesita una cantidad enorme de gastos. La recolección ocupa la mayor parte de los costos del manejo de residuos sólidos; en América Latina el gasto de recolección es de aproximadamente 40%. Esto significa que las pequeñas mejoras resultan en ahorros significativos en los costos globales. Por ello, es importante recordar reducir los costos junto con la conservación del medio ambiente cuando se consideran las alternativas técnicas del sistema de recolección.

a. Reconocimiento del Problema

En el Área de Estudio funcionan varios sistemas de recolección dependiendo de los municipios, ya que la recolección de los residuos es una obligación inherente a las alcaldías con autonomía. Algunas municipalidades proporcionan el servicio de recolección todos los días, otras 3 veces a la semana. Algunas alcaldías cuentan con tres turnos al día y otros uno o dos.

Por otra parte, respecto al tipo de vehículo recolector, los camiones compactadores están ampliamente distribuidos en el Área de Estudio. Casi todos ellos fueron donados por Japón en 1989 y 1996. El problema de los camiones es la seria degradación de la eficiencia de trabajo de los camiones donados en 1989, debido a su antigüedad. Además, la expectativa de vida de los camiones de 1996 terminará en el año 2003, si se supone que sea de 7 años.

El otro problema es la gran distancia de transporte. Reduce el tiempo utilizado para recoger los residuos. Este tema es el que se va a discutir en la siguiente sección: transferencia y transporte.

b. Alternativas Técnicas Potenciales

En esta sección se tratan las alternativas técnicas del Cuadro K-39.

Cuadro K-39: Alternativas Técnicas Potenciales de la Recolección

Sistema técnico	Subsistema	Componente del subsistema
Recolección	• Frecuencia de recolección	• Número de recolecciones por semana: 2, 3, 6 veces por semana
	• recolección mixta o separada	• mezclada • separada
	• Método de recolección	• Punto de recolección (estación/contenedor) • Recolección en la acera • Recolección mediante campana
	• Vehículo de recolección	• Camión compactador • Camión de volteo
	• Turno de trabajo	• Número de turnos: 1,2 ó 3 al día

c. Selección de Alternativas

c.1 Frecuencia de Recolección

La frecuencia de recolección se determina básicamente con el objetivo de la recolección de residuos. Es decir se deben eliminar los residuos antes de que se conviertan en un obstáculo para mantener un medio ambiente saludable. El período de descomposición de los residuos orgánicos, especialmente los alimenticios, y el período de incubación de las moscas se consideran un indicador.

Cuadro K-40: Período de Desarrollo de la Mosca

Temperatura	De huevo a pupa	De huevo a imago
20C°	10.1 días	20.5 días
27C°	5.6 días	10.8 días
35C°	5.6 días	8.9 días

Fuente: OMS, Programa Regional de Mejoramiento de los Servicios de Aseo Urbano

Entre más frecuente se realice la recolección, se logran mejores condiciones sanitarias. Sin embargo, debe recordarse que entre más frecuente sea la recolección mayor será el costo.

Consideraciones de costos

El costo para la recolección se determina mediante el tiempo requerido para la recolección. El tiempo de recolección consiste en el tiempo de carga de los residuos y el tiempo de traslado entre los puntos de recolección.

En caso de reducir la frecuencia de recolección de 6 a 3 veces a la semana, la distancia de recolección se vuelve la mitad, 0.5, y el tiempo de carga se incrementa hasta 1.5 veces, ya que se tiene que recolectar una cantidad mayor en cada punto de recolección. Esto resulta en una reducción de 25% en el costo de recolección ($0.5 \times 1.5 = 0.75$, $1 - 0.75 = 0.25$).

Como lo muestra el análisis anterior, la frecuencia de recolección afecta grandemente el costo de recolección.

Utilidad

Si se considera el rango de la temperatura media mensual en el Área de Estudio entre 22 a 25 grados centígrados, la alta porción de residuos alimenticios y la gran densidad de población, la frecuencia de recolección debe ser más de dos veces por semana en virtud del saneamiento. Sin embargo, no se recomienda una recolección diaria porque resulta en mayores costos de recolección. Por ello, se recomienda una frecuencia de recolección de dos a tres veces por semana.

c.2 Recolección Mixta o Separada

Se requiere de un sistema de recolección separada cuando se introduce algún procesamiento o reciclaje. La introducción de la tecnología de incineración requiere de la recolección separada de combustibles y no combustibles. El compostaje requiere de la recolección separada de materiales orgánicos e inorgánicos, y las instalaciones para recuperación de materiales (IRM) requieren de la recolección separada de materiales reciclables y no reciclables.

Un sistema de recolección separada requiere de costos adicionales, porque tal vez se necesite de otro tipo de vehículos y personal para el material reciclable que para el no reciclable.

Otro aspecto que debe tenerse en mente es la voluntad de la gente para cooperar en la separación en la fuente. Ya que esto requiere de cambios en los hábitos de las personas, en la forma de vida y en el sistema social mediante la ejecución de programas de educación pública y de motivación, se requerirá de cierto tiempo antes de que se implemente completamente.

Utilidad

En principio, el empleo de la recolección separada para el Área de Estudio es todavía temprano. Para los municipios que tienen bajas coberturas de recolección, elevar la cobertura de recolección mixta es más urgente que la recolección separada. Empero, tal y como se mencionó en la sección de almacenamiento y descarga, es preferible promover la separación en la fuente para alentar el mercado existente de materiales reutilizables/reciclables. Entonces se podría introducir la recolección separada junto con la promoción de la separación en la fuente. Sería una buena manera que el sector informal existente ejecutara la recolección separada, como los ex-pepenadores. Las áreas meta para la recolección separada serían áreas de alto ingreso en San Salvador, Nueva San Salvador y Antiguo Cuscatlán.

c.3 Método de Recolección

El Cuadro K-41 muestra las descripciones de los métodos de recolección que se han aplicado o pudieran aplicarse en el Área de Estudio.

Cuadro K-41: Descripción del Método de Recolección

Método de recolección	Descripción
Punto de recolección (estación/contenedor)	Los usuarios llevan sus residuos a punto de recolección designados (estaciones/contenedores). Posteriormente los residuos descargados son recogidos por los vehículos de recolección. La carga sobre los usuarios es grande, pero la eficiencia de recolección es alta.
Recolección en la acera/casa por casa	Los usuarios son responsables de poner sus residuos en las aceras frente a sus casas el día de la recolección y los camiones recolectores los recogen. La carga sobre los usuarios es poca, pero la eficiencia de recolección es menor que en el anterior.
Recolección mediante campana	Los recolectores llaman a los usuarios a que saquen sus residuos haciendo sonar una campana a la llegada de los puntos de recolección.

Los factores que determinan la selección de un método de recolección son la eficiencia en la recolección, la estructura de la ciudad, las condiciones del camino y el método de recolección aplicado anteriormente.

Respecto a las áreas inaccesibles a los vehículos de recolección, este tema se trata con más detalle en la sección de Recolección Primaria y Almacenamiento Temporal. Se puede elegir sistema de punto de recolección (estación/contenedor) o la recolección casa por casa por la comunidad o por microempresas, dependiendo de las condiciones de la comunidad.

Respecto a las áreas accesibles a vehículos de recolección, la recolección en la acera está muy difundida en el Área de Estudio. La mayor parte de los municipios emplean el llamado mediante campana junto con la recolección en la acera para hacer saber a los usuarios de la llegada del vehículo de recolección. Esto es bastante efectivo ya que alguien casi siempre se queda en casa, incluso durante el día.

Utilidad

- La recolección en un punto (estación/contenedor), casa por casa con sede en la comunidad o por parte de microempresas aplica para las áreas inaccesibles a los vehículos de recolección.
- La recolección en la acera junto con el llamado con campana aplican para las áreas accesibles a los vehículos de recolección.

c.4 Vehículo de Recolección

Tipo de vehículo

Existen varios tipos de vehículos de recolección y la selección de uno de ellos será determinada por la cantidad y composición de los residuos, la estructura de la ciudad y de las condiciones del camino de un área meta. El Cuadro K-42 muestra los vehículos que se utilizan comúnmente para la recolección de los residuos.

Cuadro K-42: Descripción de los Vehículos de Recolección

Tipo de vehículo	Descripción
Camión compactador	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñado exclusivamente para la recolección de residuos. • Compacta residuos de baja a alta densidad para alcanzar una gran eficiencia de recolección; normalmente se logra una densidad de 400 a 500 kg/m³, e incluso los más modernos camiones compactadores están diseñados hasta para 750 kg/m³. • Se requiere un nivel relativamente alto de aptitud para su mantenimiento
Camión de volteo	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñado para propósitos múltiples. • No cuenta con mecanismo de compactación.
Camión con contenedor desmontable (2-10 m ³)	<ul style="list-style-type: none"> • Diseñado para recolección de residuos. • Se recolecta una gran cantidad de residuos en pocos minutos. • No cuenta con mecanismo de compactación. • Se requiere el costo de capital para los contenedores más que el del camión mismo.

i. Camión Compactador

Este tipo de camión se ha venido utilizando ampliamente en el Área de Estudio desde la donación japonesa de 1989. De hecho, su uso se ha ampliado con la segunda donación japonesa en 1996. Estos camiones se usan bastante, tal y como lo muestra el análisis de la situación actual de la recolección.

Actualmente funcionan camiones compactadores de 25yd³ (19m³), 18yd³ (14m³), 16yd³ (12m³) y 11yd³ (8m³) en el Área de Estudio. De acuerdo con la C/P, la mayor parte de las alcaldías seleccionaron camiones compactadores de 18yd³ como su primera opción, debido a su gran eficiencia en la recolección de residuos. Respecto al compactador de 25yd³, los C/P mencionaron dificultades en su manejo debido a su gran tamaño, aunque con gran eficiencia. Por el contrario, señalaron la facilidad para conducir el compactador de 11yd³ por su reducido tamaño.

ii. Camión de Volteo

Algunos municipios utilizan camiones de volteo debido a la conveniencia de sus usos múltiples. El camión de volteo no es eficiente, ya que no está diseñado para la recolección de residuos. Sin embargo, puede ser recomendable para los residuos de alta densidad como los de mercados y los de construcción, que no pueden ser manejados o no son apropiados para el camión compactador.

iii. Camión con Contenedor Desmontable

Existen dudas sobre el uso del camión con contenedor desmontable en el Área de Estudio. En 1989 fueron donados 8 camiones de este tipo y 94 contenedores de 7yd³ (5m³), junto con los camiones compactadores y los primeros han desaparecido, aunque todavía hay trabajando un número considerable de los camiones compactadores (34/55, 62%). La razón de la desaparición de los camiones desmontables pudiera ser la dificultad para encontrar espacio para colocar los grandes contenedores, el rechazo de la población a las condiciones insalubres por el manejo inadecuado del contenedor, grandes costos de capital por la compra de contenedores adicionales y la inflexible disponibilidad de este tipo de camión (sólo puede trabajar con contenedor). Por ello, el camión de contenedor desmontable no sería recomendable para el Área de Estudio.

Comparación de costos

Se calculan a continuación los costos de recolección del compactador de 18yd³, 11yd³ y del camión de volteo. Los costos están relacionados exclusivamente a la actividad de recolección y no incluyen el transporte, la preparación como la inspección diaria y otras actividades no productivas.

El Cuadro K-43 muestra los costos de recolección del compactador por tonelada de residuos, los cuales son más baratos que los del camión de volteo: para el de 18yd³ es 6.07 US\$/ton, el de 11yd³ es 7.14 US\$/ton y el del camión de volteo es de 10.28 US\$/ton.

Cuadro K-43: Costos de Recolección por Tipo de Vehículo (Resumen)

Tipo de vehículo	Costos de recolección
18yd ³ compactador	6.07 US\$/ton
11yd ³ compactador	7.14 US\$/ton
Camión de volteo	10.28 US\$/ton

Utilidad

Se recomienda el uso de camiones compactadores para el Área de Estudio. Si las condiciones del camino y la estructura de la ciudad lo permite, los camiones compactadores grandes logran una mayor eficiencia. Si se toma en cuenta la experiencia del uso de vehículos de recolección y la eficiencia, el camión compactador de 18yd³ debe conformar la mayoría de los vehículos de recolección. El camión compactador de 11yd³ y el camión de volteo deben ser utilizados de acuerdo con las condiciones particulares de cada municipalidad.

c.5. Turnos de trabajo

Dentro de los 14 municipios sólo 4 tienen turnos múltiples. Otras alcaldías emplean un solo turno. Si fuera posible incrementar el número de viajes por turno, sería efectivo el uso de turnos múltiples para elevar la cobertura de recolección.

Comparación de costos

Se analizan a continuación los costos de recolección del compactador de 18yd³ de acuerdo con el número de turnos. Se estima que la vida de servicio es de 7 años cuando existe un turno, 6 años cuando son dos turnos y 5 años para tres turnos.

Cuadro K-44: Costos de Recolección por Número de Turnos (Resumen)

No. de turnos/día	Costos de recolección
Uno	6.07 US\$/ton
Dos	4.81 US\$/ton
Tres	4.44 US\$/ton

Utilidad

Actualmente, la mayor parte de los municipios no consideran los costos de depreciación de los vehículos, ya que la mayor parte de ellos fueron adquiridos mediante donación. Por ello, solo prestan atención a los costos de operación y

mantenimiento, especialmente el del personal. Por eso dudan en implementar turnos múltiples, ya que esto incrementaría el costo total del personal.

Sin embargo, es claro que los turnos múltiples acarrearán el uso eficiente de los vehículos cuando se toma en cuenta la depreciación. Si se requiere la ampliación del servicio de recolección, se recomienda el uso de turnos múltiples en vez de adquirir otros vehículos. También sería una buena idea rentar vehículos al sector privado para el segundo o tercer turno, para así no incrementar los gastos para el costo de personal.

d. Conclusión

Para poder alcanzar el objetivo esencial de la recolección de los residuos; es decir, eliminar los residuos del medio ambiente antes de que se conviertan en obstáculos para mantener un ambiente sanitario, se debe aplicar una frecuencia de recolección de dos o tres veces por semana. Por otra parte, no se recomienda la recolección diaria porque incrementa considerablemente los costos de recolección.

La mayor parte de los municipios en el Área de Estudio todavía tienen que elevar la cobertura de recolección. Por ello se recomienda principalmente la recolección mezclada para el Área de Estudio. Sin embargo, existen algunos municipios que han logrado una alta cobertura de recolección como San Salvador, Nueva San Salvador y Antiguo Cuscatlán. En áreas de alto ingreso de tales municipios se recomienda la introducción de la recolección separada en un futuro cercano.

En el Área de Estudio existen muchas comunidades a las que el vehículo de recolección no tiene acceso. Para tales comunidades, pudiera aplicarse la recolección en un punto específico (recolección mediante contenedor o en estación), casa por casa con sede en la comunidad o por parte de microempresas, dependiendo de las condiciones de una comunidad determinada. Para las áreas accesibles a los vehículos recolectores, se recomienda continuar con el método de recolección actual; es decir, la recolección en la acera mediante llamado con campana.

El camión compactador de 18 yd³ podría ser lo más recomendable para el Área de Estudio, especialmente en virtud de su eficiencia; es decir, menor costo de recolección por tonelada de residuos. El camión compactador de 11 yd³ y el camión de volteo también pueden ser utilizados dependiendo de la estructura de la ciudad, las condiciones del camino, el tipo de residuos, etc. Sin embargo, debe recordarse que los costos de recolección de tales vehículos son mayores, en particular el del camión de volteo es enorme.

Cuando se requiera la expansión del servicio de recolección, se recomienda hacer turnos múltiples en vez de adquirir otros vehículos. Esto acarrea un menor costo de recolección por tonelada de residuos. También sería una manera rentar vehículos de recolección al sector privado para el segundo o tercer turno.

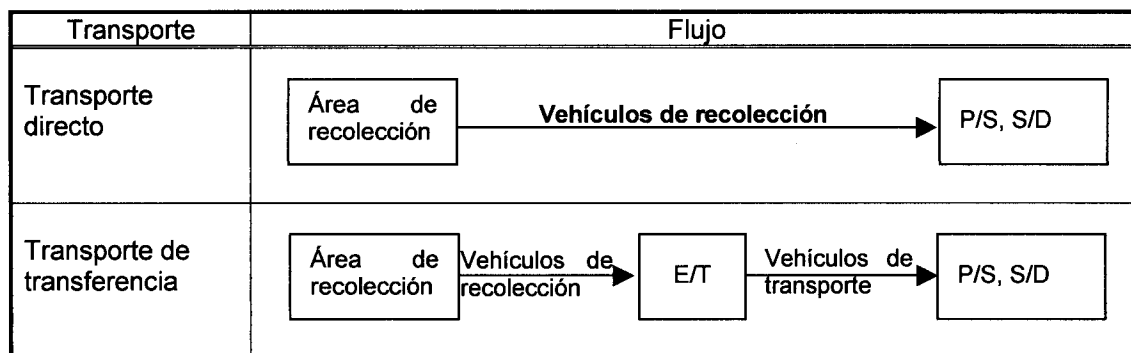
K.4.2.3 Transporte

Transporte significa llevar los residuos de las áreas de recolección a ciertos destinos como las instalaciones de recuperación de materiales (IRM) o sitios de disposición (S/D). Generalmente se usan los vehículos de recolección para el transporte cuando el destino está cercano al área de recolección. A esto se le llama transporte directo. Si el destino está lejos del área de recolección, es más barato transbordar los residuos de los vehículos de recolección a vehículos más grandes (vehículos de transporte) que son utilizados para llevar los residuos a su destino. A esto se le llama transporte de

transferencia. Este último sistema requiere de estaciones de transferencia (E/T) para transbordar los residuos.

El Cuadro K-45 muestra los flujos del transporte directo y del transporte de transferencia.

Cuadro K-45: Con/Sin Transporte de Transferencia



a. Reconocimiento del Problema

10 de 14 municipios, con excepción de Apopa y Nejapa que están cerca del relleno de Nejapa y San Martín y Tonacatepeque que disponen de sus residuos dentro de sus jurisdicciones respectivas, tienen problemas relacionados con las grandes distancias de transporte. La distancia promedio de ida para los 10 municipios es de aproximadamente 30km.

Dicha distancia tan larga no sólo hace que las alcaldías realicen grandes gastos para transportar los residuos, sino también acorta el tiempo que podría utilizarse para la recolección. Esto es claro a partir de los resultados del Estudio de Tiempos y Movimientos. El transporte ocupa más de una hora y representa del 15 al 30% de un viaje. Por ello, el número de viajes es limitado y la recolección se hace bastante ineficiente. En consecuencia, la gran distancia de transporte no sólo eleva los costos de transporte sino también los de recolección.

b. Alternativas Técnicas Potenciales

En esta sección se tratan las técnicas alternativas que se muestran en el Cuadro K-46.

Cuadro K-46: Alternativas Técnicas Potenciales de Transporte

Sistema técnico	Subsistema	Componentes del subsistema
Transporte	• Método de transporte	<ul style="list-style-type: none"> • Transporte directo • Transporte de transferencia • Análisis mediante casos potenciales
	• tipo de estación de transferencia	<ul style="list-style-type: none"> • carga directa • almacenamiento-carga
	• Vehículo de transferencia	<ul style="list-style-type: none"> • Tractocamión