



CENTRO DE INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS
DEL NOROESTE, S.C.

Programa de Estudios de Posgrado

MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA
CIUDAD DE LA PAZ, B. C. S.: ESTRATEGIA PARA SU
GESTIÓN Y RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO
SUSTENTABLE

TESIS

Que para obtener el grado de

Maestro en Ciencias

Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales
(Orientación Ecología de Zonas Áridas)

Presenta

DANIELA TEJADA COTA

La Paz, Baja California Sur, Marzo de 2013

ACTA DE LIBERACION DE TESIS

En la Ciudad de La Paz, B. C. S., siendo las 15 horas del día 01 del Mes de febrero del 2013, se procedió por los abajo firmantes, miembros de la Comisión Revisora de Tesis avalada por la Dirección de Estudios de Posgrado del Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, S. C., a liberar la Tesis de Grado titulada:

"MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LA CIUDAD DE LA PAZ, B. C. S.: ESTRATEGIA PARA SU GESTIÓN Y RECOMENDACIONES PARA EL DESARROLLO SUSTENTABLE"

Presentada por la alumna:

DANIELA TEJADA COTA

Aspirante al Grado de MAESTRO EN CIENCIAS EN EL USO, MANEJO Y PRESERVACION DE LOS RECURSOS NATURALES CON ORIENTACION EN **ECOLOGÍA EN ZONAS ÁRIDAS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron su **APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.



ALFREDO ORTEGA RUBIO
DIRECTOR DE TESIS

LA COMISION REVISORA



LUIS FELIPE BELTRÁN MORALES
CO-TUTOR



SARA CECILIA DÍAZ CASTRO
CO-TUTORA



DRA. ELISA SERVIERE ZARAGOZA,
DIRECTORA DE ESTUDIOS DE POSGRADO

COMITÉ TUTORIAL

Director de Tesis

Dr. Alfredo Ortega Rubio

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)

Co-Tutor

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)

Co-Tutor

Dra. Sara Cecilia Díaz Castro

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)

COMITÉ REVISOR DE TESIS

Dr. Alfredo Ortega Rubio

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales

Dra. Sara Cecilia Díaz Castro

JURADO DE EXAMEN DE GRADO

Dr. Alfredo Ortega Rubio

Dr. Luis Felipe Beltrán Morales

Dra. Sara Cecilia Díaz Castro

Dra. Alejandra Nieto Garibay (Suplente)

Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR)

RESUMEN

Para la elaboración de estrategias de manejo y gestión de residuos, no existe un modelo único o perfecto para cualquier lugar y época, sino más bien combinaciones de las cuales deben elegirse aquellas que mejor se adapten a cada zona en particular. El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio de diagnóstico integral de la situación actual en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos (MRSU) en la Ciudad de La Paz y con base a los resultados obtenidos hacer el planteamiento de una estrategia de manejo integral y gestión además de establecer las recomendaciones que de aplicarse contribuirán significativamente al desarrollo sustentable tanto en la ciudad como en el entorno ambiental circundante. Para ello, se analizaron a detalle las seis etapas de MRSU que incluyen la generación, pre-recolección, recolección y transporte, tratamiento y disposición final. La obtención de los datos incluyó entre otras herramientas metodológicas, una profunda revisión bibliográfica, entrevistas estructuradas, consultas a expertos y autoridades municipales, así como estancias de trabajo de campo. La generación total de RSU hasta 2011 se estimó en 312.89 ton/día y se estima se incrementará hasta 430 y 530 toneladas en 2015 y 2020, respectivamente; la generación per cápita de RSU y domésticos (RSD) se estimó en un promedio de 1.394 y 0.84 kg/hab/día en 2011 y 2012, respectivamente; a partir de la caracterización de RSD en tres estratos socioeconómicos se obtuvo la composición porcentual en peso de 32 fracciones, los cuales se pueden agrupar en tres grandes categorías, los residuos orgánicos constituyen un promedio del 56.86 %, los residuos no reciclables el 19.14 % y los residuos reciclables el 22.35 %. También se determinó la densidad de diferentes fracciones sin compactación, resultando los residuos orgánicos los más densos con 263.91 kg/m³. A través de entrevistas realizadas a los participantes en la caracterización de RSD se contemplaron aspectos de importancia para las etapas de pre-recolección, recolección y transporte como son los hábitos de consumo, separación e identificación de residuos, disponibilidad a pagar por el servicio así como para participar en nuevas estrategias de manejo, satisfacción con el servicio público, entre otras. Se identificaron un total de 17 centros de acopio de residuos reciclables en la ciudad los cuales

únicamente recuperan aproximadamente el 32.07 % del total de los RSD generados en la Ciudad. Se identificaron también serias deficiencias en la operación del tiradero controlado oficial esto es de acuerdo con lo estipulado por la normatividad ambiental aplicable; también se evaluaron las condiciones de trabajo de los pepenadores en el mismo sitio; se identificaron un total de 95 tiraderos irregulares distribuidos en amplias zonas de la ciudad los cuales ocupan aproximadamente un área de 425,190 m². Este trabajo es una exhortación, un llamado urgente a las autoridades, a la sociedad en general, a la acción en torno al emprendimiento de acciones que promuevan el manejo integral de los residuos, ya que actualmente la forma de manejo de los mismos es susceptible a profundas mejoras.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, etapas de manejo de residuos, manejo integral de residuos, gestión integral de los residuos, desarrollo sustentable.

ABSTRACT

For the development of management strategies and waste management, there is no single model or perfect for any place and time, but rather combinations of which must be selected those that best suit each particular area. The objective of this research was to conduct a comprehensive diagnostic study of the current situation regarding the management of municipal solid waste (MRSU) in the City of La Paz and based on the results make the approach of a comprehensive management strategy and management in addition to establishing the recommendations implemented significantly contribute to sustainable development both in the city and in the surrounding ambient environment. To do this, we analyzed in detail the six stages of MRSU including generation, pre-collection, collection and transport, treatment and disposal. The data collection included among other methodological tools, a thorough literature review, structured interviews, expert consultations and municipal authorities, as well as field work placements. The total MSW generation until 2011 was estimated at 312.89 ton / day and is estimated to increase to 430 and 530 tonnes in 2015 and 2020, respectively, the per capita generation of MSW and domestic (RSD) was estimated at an average of 1,394 and 0.84 kg / person / day in 2011

and 2012, respectively; from the characterization of three socioeconomic RSD obtained the percentage composition by weight of 32 fractions, which can be grouped into three broad categories, organic waste are a average of 56.86 %, the non-recyclable waste and waste 19.14 % 22.35 % recyclables. We also determined the different density fractions without compacting the resulting organic waste with denser 263.91 kg/m³. Through interviews with participants in the characterization of RSD were contemplated aspects of importance to the stages of pre-collection, collection and transportation such as consumption patterns, waste separation and identification, willingness to pay for the service and to participate in new management strategies, public service satisfaction, among others. We identified a total of 17 collection centers for recyclable waste in the city which only recover approximately 32.07% of the total generated in the City RSD. Also identified serious deficiencies in the operation of the landfill that is officially controlled according to the requirements of the applicable environmental regulations, also evaluated the working conditions of scavengers in the same place; identified a total of 95 illegal dumps distributed large parts of the city which occupy an area of approximately 425.190 m². This work is an exhortation, an urgent call to the authorities, society in general, to the action on the undertaking of actions that promote integrated waste management, as currently how their management is subject to profound improvements.

Key words: Municipal solid waste (MSW), stages of waste management, comprehensive waste management, integrated waste management, sustainable development.

DEDICATORIA

A todas aquellas personas interesadas en el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos, conscientes de que esto es parte de un proyecto colectivo, de responsabilidad compartida entre generadores, gobierno y productores.

A mi familia grandísima por ambos lados, a mi mamá que le debo todo lo que soy, a mis sobrinos y a mis hermanos paceños y foráneos.

A ti Tanos que me has acompañado en este progreso académico en mi vida, gracias por todo tu apoyo incondicional, paciencia y cariño, Te amo !!!

AGRADECIMIENTOS

Gracias...

Al Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C., por la oportunidad otorgada para la realización de la presente investigación.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el apoyo económico ofrecido con la beca otorgada.

Al mi director de tesis, el Dr. Alfredo Ortega, por todo su apoyo, orientación y confianza.

A mis asesores, la Dra. Sara Díaz y Dr. Luis Felipe Beltrán, muchas gracias por su apoyo, recomendaciones, evaluaciones y revisiones al manuscrito preliminar de la tesis.

Al personal del área de Posgrado del CIBNOR, en especial a la Dra. Elisa Serviere, a la Lic. Osvelia Ibarra, a Tania Núñez, Claudia Olachea, a la teacher Diana Dorantes y Horacio Sandoval por su atento servicio en el laboratorio de cómputo de posgrado.

A mis compañeros de generación de maestría y de cubículo, Abel, Viri, Myriam, Tico, Ely, Dome, Matus, Tona, Adrián, Emiliano, Magali, Rubén (Carbajal y Amezcua), Jorge, Milton, Cintia, Bety, Selene, Norberto, Arturo, Carlos, Balam y Carmen.

A la Dirección General de Servicios Públicos Municipales, al personal de la Dirección de Saneamiento Ambiental, al Departamento de Cómputo y de Inspección así como el personal en las instalaciones del relleno sanitario: Ing. Cesar Pozo, Israel Arias, Alberto Amador, Arturo Verduzco, Antonio de La Rosa, Adrián Guluarte, Miguel Geiger, Moisés Alonso, Alberto Maldonado, Miguel Hernández, Rodrigo Rieke, Carlos Mora, Dinora Pantoja, Israel Pérez, Jesús Jordán, y Sergio Arredondo. A todos ¡muchas gracias!

A mi familia, hermanos, amigos y conocidos por apoyarme en este proyecto; a mis amigas, Aristide, Cintia, Fabiola, Mónica y Anais, por siempre estar al pendiente de los avances de esta investigación.

Tanos a ti muchísimas gracias por todo tu apoyo, por estar siempre a mi lado, te amo <3.

A todas las personas que aún sin mencionarlas, saben que estuvieron involucradas en mayor o menor medida en la realización de esta investigación.

CONTENIDO

1. Introducción.....	1
2. Antecedentes.....	7
2.1 Definiciones básicas, clasificación y manejo de residuos.....	7
2.1.1 Definiciones.....	7
2.1.1.1 Basura.....	7
2.1.1.2 Residuo.....	8
2.1.1.3 Residuo sólido.....	8
2.1.1.4 Residuos sólidos urbanos.....	9
2.1.1.5 Residuos sólidos municipales.....	10
2.1.1.6 Residuos sólidos domésticos.....	10
2.1.1.7 Residuos de manejo especial.....	11
2.1.1.8. Residuos peligrosos.....	11
2.1.2. Clasificación.....	14
2.1.2.1 Por su composición.....	14
2.1.2.2 Por su origen en actividad antropogénica.....	15
2.1.3 Manejo de residuos.....	17
2.1.4 Manejo integral de los residuos.....	17
2.1.5 Gestión integral de los residuos.....	18
2.2 Antecedentes generales.....	19
2.2.1 Marco legal.....	19
2.2.1.1 Nacional.....	20
2.2.1.2 Tratados Internacionales.....	23
2.2.2 El manejo de los residuos sólidos urbanos para el desarrollo sustentable.....	24
2.2.3 Factores detonantes de la problemática en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos.....	25
2.2.4 Perjuicios económicos, ambientales y sociales por el manejo inadecuado de los residuos sólidos urbanos.....	27
2.2.5 Beneficios económicos, ambientales y sociales por el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos.....	30
2.2.6 Estudio e implementación de estrategias de manejo de residuos sólidos urbanos.....	30
2.2.7 Etapas de manejo de residuos.....	39
2.2.7.1 Generación.....	39
2.2.7.1.1 Principales factores que modifican la generación de los residuos sólidos urbanos.....	42
2.2.7.1.2 Generación total de residuos sólidos urbanos.....	45
2.2.7.1.3 Generación per cápita de residuos sólidos urbanos.....	51
2.2.7.1.4 Generación per cápita de residuos sólidos domésticos.....	54
2.2.7.1.5 Caracterización de los residuos sólidos urbanos y domésticos.....	57
2.2.7.1.6 Densidad de residuos sólidos urbanos y domésticos.....	62
2.2.7.2 Pre-recolección.....	62
2.2.7.2.1 Modelos de pre-recolección según el grado de fraccionamiento de los residuos.....	62

2.2.7.2.2 Modelos de pre-recolección según el método de almacenamiento temporal de los residuos.....	67
2.2.7.2.3 Factores a considerar durante la selección de un método de pre-recolección fraccionado.....	69
2.2.7.2.4 Importancia de la educación ambiental para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y domésticos.....	70
2.2.7.3 Recolección y transporte.....	72
2.2.7.3.1 Estaciones de transferencia.....	78
2.2.7.4 Aprovechamiento.....	79
2.2.7.4.1 Importancia del mercado de los residuos.....	83
2.2.7.4.2 Descripción de los principales residuos susceptibles a aprovechamiento.....	86
2.2.7.4.2.1 Papel y cartón.....	86
2.2.7.4.2.2 Plástico.....	88
2.2.7.4.2.3 Vidrio.....	89
2.2.7.4.2.4 Metales.....	91
2.2.7.4.2.5 Residuos orgánicos.....	92
2.2.7.4.3 Importancia de la recuperación de residuos por pepenadores.....	93
2.2.7.4.4 Centros de acopio.....	95
2.2.7.4.5 Plantas de compostaje.....	96
2.2.7.5 Disposición final.....	98
2.2.7.5.1 Tiraderos irregulares.....	100
2.3 Antecedentes del área de estudio.....	103
2.3.1 Marco legal.....	103
2.3.1.1 A nivel estatal.....	103
2.3.1.2 A nivel municipal.....	107
2.3.2 Problemática en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos.....	109
2.3.3 Etapas de manejo de residuos sólidos urbanos.....	110
2.3.3.1 Generación.....	110
2.3.3.1.1 Generación per cápita de residuos sólidos urbanos.....	111
2.3.3.1.2 Generación per cápita de residuos sólidos domésticos.....	111
2.3.3.1.3 Caracterización de residuos sólidos urbanos y domésticos.....	111
2.3.3.2 Pre-recolección.....	113
2.3.3.3 Recolección y transporte.....	114
2.3.3.4 Aprovechamiento.....	118
2.3.3.5 Disposición final.....	120
2.3.3.5.1 Tiraderos irregulares.....	123
3. Justificación.....	124
4. Objetivos.....	126
4.1 General.....	126
4.2 Particulares.....	126
5. Hipótesis.....	126
6. Materiales y métodos.....	127
6.1 Delimitación del área de estudio.....	127
6.1.1 Localización.....	127
6.1.2 Medio físico.....	128

6.1.2.1 Hidrografía.....	128
6.1.2.2 Clima.....	128
6.1.3 Medio biótico.....	129
6.1.3.1 Vegetación.....	129
6.1.3.2 Fauna.....	130
6.1.4 Medio socioeconómico e infraestructura.....	130
6.1.4.1 Demografía.....	130
6.1.4.2 Nivel educativo y cultural.....	132
6.1.5 Infraestructura y desarrollo urbano.....	132
6.1.5.1 Actividades productivas.....	133
6.2 Estudio de las seis etapas de manejo de residuos.....	133
6.2.1 Determinación de la generación.....	134
6.2.1.1 Crecimiento poblacional.....	134
6.2.1.2 Generación total de residuos.....	135
6.2.1.3 Generación per cápita.....	135
6.2.1.3.1 De residuos sólidos urbanos.....	135
6.2.1.3.2 De residuos sólidos domésticos.....	135
6.2.1.4 Caracterización de residuos sólidos domésticos.....	149
6.2.1.4.1 Densidad de residuos.....	153
6.2.2 Pre-recolección de residuos.....	156
6.2.3 Recolección y transporte.....	156
6.2.4 Tratamiento.....	157
6.2.5 Disposición final.....	158
6.2.5.1 Relleno sanitario.....	158
6.2.5.2 Pepenadores.....	158
6.2.5.3 Tiraderos irregulares.....	159
7. Resultados.....	160
7.1 Estudio de las seis etapas de manejo de residuos.....	160
7.1.1 Determinación de la generación.....	160
7.1.1.1 Crecimiento poblacional.....	160
7.1.1.2 Generación total de residuos.....	162
7.1.1.3 Generación per cápita.....	166
7.1.1.3.1 De residuos sólidos urbanos.....	166
7.1.1.3.2 De residuos sólidos domésticos.....	170
7.1.1.4 Caracterización de residuos sólidos domésticos.....	173
7.1.1.4.1 Densidad de residuos.....	177
7.1.2 Pre-recolección de residuos.....	180
7.1.3 Recolección y transporte.....	182
7.1.4 Tratamiento.....	190
7.1.5 Disposición final.....	209
7.1.5.1 Relleno sanitario.....	209
7.1.5.2 Pepenadores.....	212
7.1.5.3 Tiraderos irregulares.....	213
8. Discusión.....	214
9. Conclusiones y recomendaciones.....	256

10. Literatura citada.....	274
11. Anexos.....	294

LISTA DE FIGURAS

1. Analogía de la generación de residuos sólidos urbanos comparado con la punta de un iceberg.....	10
2. Clasificación general de residuos y formas más comunes de aprovechamiento.....	15
3. Enfoque tradicional de manejo integral de los residuos en México en relación al establecimiento de una jerarquía.....	17
4. Jerarquía de instrumentos legales en materia de manejo de residuos sólidos urbanos en México.....	19
5. Generación total de residuos sólidos urbanos en los 31 estados de la República y el Distrito Federal (en miles de toneladas anuales) durante el periodo 2000-2011.....	49
6. Ubicación del tiradero controlado en la Ciudad de La Paz.....	121
7. Ubicación geográfica de la Ciudad de La Paz, B. C. S.....	127
8. Ubicación de los tres estratos socioeconómicos seleccionados en la Ciudad de La Paz.....	141
9. Ilustración del método de cuarteo de residuos establecida por la NMX-AA-015-1985.....	150
10. Categorías de subproductos seleccionados para su cuantificación a partir de los residuos sólidos domésticos.....	152
11. Crecimiento demográfico en la Ciudad de La Paz durante el periodo 1832 - 2010.....	160
12. Generación total de RSU en la Ciudad de La Paz, reportada mensualmente durante el periodo mayo, 1996 – abril, 2011.....	164
13. Cifras estimadas de la generación per cápita de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, durante los periodos anuales 1996-2011.....	167
14. Estimación de la generación per cápita de residuos sólidos urbanos durante el periodo 1995-2010, y su proyección para el período 2010-2020.....	168
15. Generación per cápita de residuos sólidos domésticos por estrato socioeconómico en la Ciudad de La Paz, B. C. S.....	170
16. Comparación de la generación per cápita promedio de residuos sólidos domésticos generados en los tres diferentes estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.....	171
17. Comparación en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en función del número de habitantes por hogar en los tres estratos socioeconómicos evaluados en la Ciudad de La Paz.....	172
18. Composición porcentual promedio de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados en la Ciudad de La Paz.....	175
19. Generación diaria promedio en toneladas de los diferentes subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos en tres estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.....	176

20. Comparación de la proporción en peso y volumen que representan las diferentes fracciones de residuos a partir de una tonelada en peso de residuos sólidos domésticos generados en la Ciudad de La Paz.....	178
21. Ubicación de los centros de acopio de residuos reciclables en la Ciudad de La Paz, B. C. S.....	193

LISTA DE TABLAS

I. Estudios realizados por el sector gubernamental en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos en México.....	33
II. Generación de residuos sólidos urbanos por entidad federativa y a nivel nacional en el periodo 2000 a 2011.....	47
III. Incremento porcentual en la generación de RSU en el periodo 2000-2011 y desglose del incremento promedio anual en el mismo periodo y su promedio para las 31 entidades federativas y el Distrito Federal con respecto a la producción Nacional.....	48
IV. Contribución en la generación total de residuos sólidos urbanos de las 31 entidades del país y el Distrito Federal, correspondiente al año 2011, y su relación con la población reportada por INEGI a partir del Censo Nacional de Población y Vivienda, 2010.....	50
V. Comparación en la generación per cápita de residuos sólidos urbanos en México y el mundo.....	52
VI. Generación estimada de residuos sólidos urbanos en México por zona geográfica.....	53
VII. Comparación en la Generación per cápita de residuos sólidos domésticos en México y el mundo.....	55
VIII. Generación por tipo de residuos sólidos urbanos en México, reportada en miles de toneladas, durante los periodos anuales 1992-2010.....	58
IX. Generación por tipo de residuos sólidos urbanos en México, reportada en composición porcentual, durante los periodos anuales 1992-2010.....	59
X. Comparación de la generación por tipo de residuos sólidos urbanos en diversos estudios realizados en México y el mundo (reportado como composición porcentual).....	61
XI. Comparación de la densidad de residuos sólidos urbanos en diversos estudios realizados en México y el mundo.....	63
XII. Plantas de composta por tipo de propiedad en México para el 2005.....	98
XIII. Generación por tipo de residuos sólidos domésticos en tres diferentes estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz, B. C. S. reportada en composición porcentual.....	112
XIV. Generación por tipo de residuos sólidos urbanos en el municipio de La Paz, B. C. S. reportada en composición porcentual.....	113
XV. Selección del nivel de riesgo y tamaño de la pre-muestra para cada estrato socio-económico.....	136

XXVI.	Estimación de la tasa de crecimiento (r) de la población en la Ciudad de La Paz, empleando tres algoritmos, aritmético, geométrico y exponencial.....	161
XXVII.	Proyección del crecimiento poblacional en la Ciudad de La Paz durante el periodo 2010-2020.....	162
XXVIII.	Generación total (en toneladas) de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, B. C. S., reportada en toneladas mensuales durante los periodos anuales de mayo, 1996 – abril, 2011.....	163
XIX.	Generación total de residuos sólidos urbanos e incremento promedio anual y acumulativo en la Ciudad de La Paz durante los periodos anuales (1996-2011).....	165
XX.	Porcentaje promedio de aportación mensual en la generación total de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, B. C.S. durante el periodo mayo, 1996 - abril, 2011.....	166
XXI.	Estimación y proyección del crecimiento poblacional, generación per cápita y generación total de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz durante el periodo 1996-2010 y 2011-2020, respectivamente. Comparación de la composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.....	169
XXII.	Comparación de la composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados en la Ciudad de La Paz.....	174
XXIII.	Densidad promedio de los diferentes subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos evaluados en los tres estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.....	177
XXIV.	Comparación de la proporción peso y volumen que representan diversas fracciones de residuos contenidos en los residuos sólidos domésticos generados en la Ciudad de La Paz.....	179
XXV.	Registro de la participación en la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos por parte del servicio público, particular y comercial, durante el mes de agosto de 2011.....	183
XXVI.	Registro de la participación en la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos por parte del servicio público, particular y comercial, durante el mes de septiembre de 2011.....	184
XXVII.	Toneladas de residuos sólidos urbanos recolectados y transportados por el servicio público hasta el sitio de disposición final, durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.....	185
XXVIII.	Número de viajes efectuados por el servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos, durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.....	186
XXIX.	Eficiencia (toneladas/viaje) del servicio público de recolección y transporte de residuos de acuerdo a la cantidad de residuos y el número de viajes efectuados durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.....	186
XXX.	Gasto en combustible (litros de diesel) del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.....	187

XXXI. Eficiencia en el uso de combustible (litros/tonelada) con respecto a la cantidad de residuos acopiados por parte del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011...	187
XXXII. Eficiencia en el uso de combustible (litros/viaje) con respecto al número de viajes que efectuó el servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.....	188
XXXIII. Centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la Ciudad de La Paz, y tipo de residuos que comercializan.....	191
XXXIV. Centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la Ciudad de La Paz, tipo de residuos que acopian, montos de recuperación mensual, tratamiento que le dan y destino final de comercialización.....	196
XXXV. Precios promedio de compra de residuos reciclables en los principales centros de acopio ubicados en la Ciudad de La Paz.....	197
XXXVI. Precios de venta de las tablas de plástico conglomerado producidos por la sociedad Medio Ambiente, Ciencia y Desarrollo, S.C.....	201
XXXVII. Precio promedio de compra por kilogramo de residuos que manejan los principales centros de acopio de metales ubicados en la Ciudad de La Paz, B. C. S.....	204
XXXVIII. Montos aproximados expresados en kilogramos y toneladas de residuos que comercializan los centros de acopio de metales ubicados en la Ciudad de La Paz, B. C. S.....	205
XXXIX. Comparación de la generación mensual de residuos sólidos domésticos reciclables y su recuperación en centros de acopio de residuos ubicados en la Ciudad de la Paz.....	208
XL. Registro rápido para el cumplimiento/incumplimiento del relleno sanitario ubicado en la Ciudad de La Paz, de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003.....	211

LISTA DE ANEXOS

1. Fuentes de financiamiento para el establecimiento de nuevas estrategias de manejo de residuos sólidos urbanos.....	294
2. Código de identificación de plásticos.....	303
3. Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas en el estrato alto.....	304
4. Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas en el estrato intermedio.	305
5. Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas en el estrato bajo.....	306
6. Obtención de 80 números aleatorios en cada uno de los estratos socioeconómicos, empleando el software Matlab 7.10.0.	308
7. Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato alto.....	309
8. Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato intermedio.....	310

9.	Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato bajo.....	311
10.	Formato de presentación a las familias participantes en el estudio de caracterización y determinación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos.....	313
11.	Formato de evaluación de datos socioeconómicos.....	314
12.	Cuestionario de evaluación.	315
13.	Tríptico informativo.	318
14.	Fotografía del personal de la Dirección General de Servicios Públicos Municipales, colaboradores en el trabajo para el levantamiento de encuestas y selección de hogares participantes en el estudio de caracterización.....	320
15.	Fotografías en campo durante la selección de hogares participantes.....	321
16.	Fotografías en campo que muestran la colocación de etiquetas identificadoras con el número de muestra frente a los hogares participantes en cada uno de los estratos.....	322
17.	Fotografías del acondicionamiento del área de trabajo y preparación del equipo en las instalaciones del relleno sanitario para la caracterización de residuos sólidos domésticos.	323
18.	Fotografías de la recepción de muestras de residuos sólidos domésticos en las instalaciones del relleno sanitario.	324
19.	Formato de registro diario del peso de los residuos sólidos domésticos entregados por cada familia.	325
20.	Tabla de resultados de la estimación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos.	326
21.	Nivel de participación en los tres estratos socioeconómicos durante la recolección de muestras para la determinación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos.	328
22.	Media y desviación estándar muestral de la generación per cápita promedio de residuos sólidos domésticos previo a la eliminación de muestras sospechosas en los tres diferentes estratos evaluados.	328
23.	Comparación de la distribución de frecuencias de la generación per cápita (GPC) promedio de residuos sólidos domésticos en los tres diferentes estratos socioeconómicos.	329
24.	Estimación del estadístico T Grubbs y su contraste con el estadístico T con un riesgo (α) del 90 %, a partir de las cifras promedio en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato alto.	330
25.	Estimación del estadístico T Grubbs y su contraste con el estadístico T con un riesgo (α) del 90 %, a partir de las cifras promedio en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato intermedio.	331
26.	Estimación del estadístico T Grubbs y su contraste con el estadístico T con un riesgo (α) del 90 %, a partir de las cifras promedio en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato bajo.....	332
27.	Resumen de parámetros estadísticos de la premuestra en los tres estratos socioeconómicos evaluados.....	333
28.	Estimación del tamaño real de la muestra en cada uno de los estratos socioeconómicos evaluados con un nivel de significancia al 90 %.....	333

29. Tabla de contraste de hipótesis empleando el estadísticos F de Fisher para comprobar si existen diferencias significativas entre los tres estratos socioeconómicos evaluados.....	334
30. Fotografías de la formación del montículo de residuos para la selección de los diferentes subproductos que componen los residuos sólidos domésticos.....	335
31. Fotografías del cuarteo y separación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domiciliarios.....	336
32. Formato para el registro del peso de los diferentes subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos generados en los tres estratos socioeconómicos.....	338
33. Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos analizados durante una semana en una muestra representativa de 61 hogares en el estrato alto.....	339
34. Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos analizados durante una semana en una muestra representativa de 69 hogares en el estrato intermedio.....	340
35. Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos analizados durante una semana en una muestra representativa de 68 hogares en el estrato bajo.	341
36. Composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos generados en el estrato alto.	342
37. Composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos generados en el estrato intermedio.	343
38. Composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos generados en el estrato bajo.....	344
39. Formato de registro de la densidad de residuos sólidos domésticos.....	345
40. Problemática ambiental considerada como la más grave en la localidad.....	345
41. Percepción sobre el principal generador de residuos en la localidad.....	346
42. Destino final que dan a los residuos generados a nivel doméstico.....	346
43. Reconocimiento de la importancia de la separación de los residuos generados a nivel doméstico.....	347
44. Evaluación del hábito de separación de residuos sólidos domésticos.....	347
45. Preferencias en hábitos de consumo con respecto al uso de empaques.....	348
46. Disposición a pagar por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	348
47. Montos mensuales que están dispuestos a pagar por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	349
48. Disponibilidad para participar en programa de manejo de residuo sólidos domésticos que involucren la separación de los residuos en dos o tres fracciones.....	349
49. Medio de difusión local que consideran más factible para difundir un nuevo programa de manejo de residuos sólidos domésticos.....	350
50. Capacidad para reconocer las diferentes fracciones de residuos contenidos en los residuos sólidos domésticos.....	350
51. Nivel de participación del servicio público y privado en la recolección y transporte de residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados....	351

52.	Frecuencia semanal de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados.....	351
53.	Variabilidad en los días para la prestación del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	352
54.	Variabilidad en el horario para la prestación del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	352
55.	Percepción de los usuarios del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	353
56.	Nivel de satisfacción con el servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	353
57.	Recomendaciones para mejorar la frecuencia de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	354
58.	Recomendaciones para mejorar el horario de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.....	354
59.	Formato de entrevista a representantes de centros de acopio.....	355
60.	Formato adicional de entrevista a centros de acopio en función del tipo de residuo reciclable que recuperan.....	357
61.	Fotografías de los diferentes centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la Ciudad de La Paz.....	359
62.	Fotografías de organizaciones no gubernamentales, y otras organizaciones de la sociedad civil que participan en el acopio de residuos reciclables.....	363
63.	Fotografías de comercios y establecimientos que participan en el acopio de residuos reciclables o peligrosos en la Ciudad de La Paz.....	365
64.	Conocimiento sobre destino final que reciben los residuos sólidos domésticos recolectados y transportados por el servicio público.....	366
65.	Reconocimiento de los generadores por la disposición de residuos sólidos domésticos en sitios irregulares.....	366
66.	Formato de entrevista a pepenadores que trabajan en el relleno sanitario de la Ciudad de La Paz.....	367
67.	Formato, categorías y características particulares empleadas para la identificación, ubicación y caracterización de tiraderos irregulares ubicados en la Ciudad de La Paz, B. C. S.....	368
68.	Fotografías de las instalaciones del relleno sanitario.....	370
69.	Fotografías de las condiciones de trabajo de los pepenadores en las instalaciones del relleno sanitario.....	372
70.	Fotografías de los tiraderos irregulares ubicados en la Ciudad de La Paz.....	374

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enfoca principalmente en el estudio de las etapas de manejo de los residuos sólidos urbanos (MRSU), prestando un mayor interés en los de origen doméstico, y en menor medida a los generados en la vía pública, instituciones educativas y comerciales, esto es a pesar de que todos son considerados como dentro de la clasificación de residuos sólidos urbanos (RSU).

A nivel mundial, los RSU han venido experimentando un acentuado incremento en su generación sobre todo a partir de la segunda guerra mundial, cuando se empezaron a crear una mayor variedad de productos de uso superfluo y con periodos de vida útil más cortos, aunado a diversos factores que modifican su generación, composición y con ello su forma de manejo y gestión en una zona en particular conforme transcurre el tiempo (López, 1980; Restrepo, 1985; Ferrer, 1997; Medina, 1997; Medina, 2001; González *et al.*, 2002; Martínez, 2005; SEMARNAT, 2010).

El MRSU es considerado actualmente como uno de los problemas más generalizados a nivel mundial, aunque en países desarrollados cuentan con mejores sistemas de manejo de residuos en comparación con los países en vías de desarrollo como el nuestro, en el que se aspira principalmente a recolectar y disponer los residuos lejos de los centros de población (Escarimosa-Montalvo *et al.*, 2006). Son los problemas derivados del manejo ineficiente de los residuos, los que pueden tener impacto a grandes escalas de tipo ambiental, social, económico, y en combinación unos con otros, repercuten en la disminución de la calidad de vida de los habitantes (Buenrostro-Delgado, 2003). Así por ejemplo desde el punto de vista ambiental se tiene la contaminación de suelo, agua y aire por la emisión de gases contaminantes, algunos de ellos considerados causantes del efecto invernadero que contribuyen al cambio climático, humos y lixiviados hacia el aire y los sistemas de agua subterránea y al suelo, respectivamente, así como el desperdicio de recursos naturales susceptibles de valorización que están siendo enterrados en diversos sitios para su disposición final, además del deterioro estético de la zona urbana, paisajes naturales y otros espacios públicos debido al impacto visual claramente negativo que causan los residuos tras

su disposición sistemática o de manera difusa; en el entorno socio-económico se presentan problemas como el bloqueo de drenajes y coladeras, así como conflictos sociales por intereses personales por el control de los residuos y obtención de recursos económicos a partir de éstos por su venta a centros de acopio, dando lugar al fomento de la actividad del sector informal ilegal por recuperación de residuos que tienen diferentes valores en el mercado; en el entorno social tenemos riesgos sanitarios por la generación de malos olores, la proliferación de fauna nociva y enfermedades debido a las condiciones insalubres en áreas públicas y disposición de residuos en calles, lotes baldíos, barrancas, y cauces de agua; los principales afectados son también los trabajadores del servicio de recolección y transporte y pepenadores, estas personas se encuentran expuestas directamente a enfermedades infectocontagiosas, incidencia de alergias, además del riesgo de sufrir lesiones ya sea por explosiones en los sitios de disposición final provocadas por acumulación de biogás o el contacto con otros elementos mecánicos o punzo-cortantes; desde el punto de vista económico tenemos la devaluación de propiedades, así como el creciente aumento de los costos para cubrir el servicio de recolección y transporte, el cual demandan día a día un mayor número de habitantes.

Considerando todos los problemas en múltiples esferas de desarrollo que ocasiona el manejo inadecuado de los residuos, junto con la dinámica demográfica que se está presentando, se espera que este tema crezca en importancia (Armijo-de Vega *et al.*, 2009; Arzate, 2011; Taboada-González *et al.*, 2011). Al igual que en la mayoría de los países, en México la responsabilidad de MRSU recae en las autoridades locales (SEMARNAT/GTZ, 2003), sin embargo en nuestro país en la mayoría de los municipios las estrategias aún son deficientes (Careaga, 1993); el problema se extiende desde pequeños asentamientos humanos hasta los grandes centros urbanos; esta situación ha sido analizada en diversos estudios (Restrepo, 1987; Medina, 1997; Buenrostro y Bocco, 2003; Bernache-Pérez, 2006), en los que se menciona que son muchas las barreras de carácter estructural que se encuentran al tratar de resolverlo (Buenrostro-Delgado, 2003; Cabrero, 2005 y Fierro, 2010). Finalmente, el manejo ineficiente de los RSU, no recae únicamente en factores técnicos sino en factores institucionales de carácter administrativo (Rodríguez, 2008), no

por nada los funcionarios públicos consideran que es uno de los tres servicios públicos más problemáticos para la administración municipal (ENGM, 2004).

Es el incremento acelerado en la generación de residuos, junto a la gran diversidad de materiales que los componen, lo que demanda nuevas alternativas de MRSU, que permitan resguardar la calidad de vida de la población.

Generalmente a los residuos se les atribuye poco valor, lo cual es muy subjetivo, puesto que para alguien, cierto artículo podría considerarse como basura pero para otra persona podría adquirir diferente valor, incluso podría emplearse como materia prima para otros procesos, y obtener nuevos productos y beneficios. Finalmente, los residuos son recursos naturales extraídos de la Tierra, introducidos a procesos de compra-venta con el objetivo de satisfacer las necesidades humanas; estos procesos, idealmente deberían semejar el manejo cíclico de los residuos en la naturaleza, evitando seguir los modelos lineales que lleva a cabo el hombre en sus actividades productivas; de esta manera, el escenario ideal de una sociedad sería que se produjeran residuos pero que no fueran basura, además de que se incentivara la separación de los residuos y se incorporaran a una variedad de procesos de transformación.

De acuerdo con Bernache-Pérez (2006), no se han podido consolidar a gran escala en zonas urbanas estrategias eficientes de MRSU, sin embargo Rodríguez-Lepure (2008), no descarta la posibilidad de desarrollar este tipo de estrategias, mencionando existen ejemplos de ciudades importantes en México y el resto del mundo con desempeños eficientes.

Diversos estudios enfatizan el potencial de reciclaje que poseen los residuos domiciliarios, el impacto que se puede tener en la reducción de la cantidad de residuos destinados para su disposición final, así como el aprovechamiento de los residuos para reducir las cargas medioambientales (Deffis-Caso, 1994; Ojeda-Benitez et al., 2000; Hülstrunk, 2008). Sin embargo, Trejo-Vázquez (1994) señala que la recuperación de residuos reciclables secos como el papel, cartón, metales y vidrio no tiene más que un carácter marginal en el aspecto de los RSU; en cambio, su desarrollo es relativamente mayor en lo que se refiere a desperdicios de la industria y del comercio.

Lo anterior, se puede confirmar indirectamente, con estudios de caracterización de RSU, los cuales revelan que los residuos reciclables (entiéndase a estos como la suma de la fracción orgánica y residuos inorgánicos como el cartón, papel, vidrio, metales y plástico) constituyen hasta un 80 % del total de los residuos (Restrepo y Phillips, 1985; Bernache-Pérez, 2003; Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Ojeda-Benítez, 2008), sin embargo, sólo el 28 % de estos (CEAMSE, 2007) son susceptibles a aprovechamiento debido a que son mezclados durante las etapas de pre-recolección, recolección y transporte, dificultando su identificación y separación posterior además de que se pierde el interés en rescatar tales residuos ya que su precio de venta en el mercado disminuye abruptamente (Trejo-Vázquez, 1994). Estas no son las únicas limitantes para aprovechar los residuos, a esto se suma también, que muchos productos no son diseñados pensando en las necesidades de reciclaje (Careaga, 1993) y a que la economía mundial ha estado basada en la utilización de recursos vírgenes que se utilizan una sola vez antes de ser desechados, favoreciendo la eficiencia economicista de los sistemas de producción de bienes con un escaso aprovechamiento de los recursos reciclados (Sarukhan, 2007). Es así que la demanda de los recursos es considerada una de las principales limitantes para el establecimiento de sistemas de MRSU; en este sentido, no se puede justificar el emprendimiento de programas de separación y aprovechamiento de residuos si estos no van a ser empleados eficientemente en etapas posteriores.

La experiencia en otras ciudades ha demostrado que no siempre las estrategias de recuperación de materiales resultan técnica, social y económicamente factibles (Cortinas-de Nava, 2007). Incluso se ha llegado a decir, que “la basura es basura hasta que alguien pueda llevarla al mercado y transformada en algo que tenga demanda; mientras no se tenga la capacidad de hacer esto, la principal obligación es enterrarla, tan eficientemente, desde el punto de vista económico, social y ambiental, como sea posible” (Trejo, 1994).

En países en vías de desarrollo el enfoque de estudio de manejo de los residuos es predominantemente en el sentido de aporte de recomendaciones técnicas, tal es el caso de América latina, especialmente Argentina, Brasil, Colombia, México y Chile (Rodríguez-Lepure, 2008); mientras que en países desarrollados las acciones se enfocan en el cambio

de la estructura desde el punto de vista administrativo, institucional, financiero, en el cambio de políticas, educación ambiental, concientización y participación ciudadana. Tal es el caso de países europeos y asiáticas, por ejemplo Suecia, Alemania, Dinamarca, donde se han implementado diversos sistemas eficientes de manejo de residuos con avances efectivos hasta en una o dos décadas, junto con el establecimiento de una nueva legislación ambiental.

Como ejemplos de desempeños exitosos en el manejo de residuos, en México destacan municipios del área metropolitana de Monterrey, Nuevo Laredo, Toluca, Tlalnepantla, Tecámac, Coahuila, Chihuahua, Ciudad Juárez, Aguascalientes, Mérida, Querétaro, Culiacán, Durango, Irapuato y León, entre otros; la particularidad en común que tienen estos municipios es que han establecido alianzas con el sector privado o han hecho uso de recursos económicos aportados por programas a nivel federal.

Para la formulación o elaboración de estrategias de gestión de residuos no existe un modelo único o perfecto para cualquier lugar y época, sino más bien una combinación de estos, de los cuales deberá elegirse los que mejor se adapten a una zona en particular, previendo que respondan a sus necesidades y posibilidades. Es por ello que la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR, 2003) establece que primeramente las autoridades con competencia en la materia, son los responsables de elaborar un diagnóstico básico de la situación de los residuos en el área de interés, así como de la infraestructura con la que cuenta para su manejo (Cortinas-de Nava, 2007).

Prácticamente todos los programas que pretendan implementar estrategias para el reciclaje de residuos, queda constreñido por la factibilidad técnica, social y económica existente en cada corriente de materiales, así como otros impedimentos políticos impuestos por grupos de presión (SEMARNAT, 2003). Finalmente son los altos mandos en los gobiernos municipal y Estatal, junto con la aprobación del congreso del Estado, si se solicitan concesiones del servicio de recolección, transporte y/o disposición final, quienes tendrán la responsabilidad de decidir si cambiar, o mantener, las estrategias actuales de MRSU. De ahí la importancia de elaborar una evaluación profunda e integral de la situación actual y

tendencias de manejo y gestión de los residuos, a partir de esto se podrán proponer alternativas ad hoc a la zona de estudio, dejando en claro los beneficios y las desventajas, los costos de inversión, los plazos de recuperación de capital, entre otros.

En este trabajo se realizó un diagnóstico integral de la situación actual en torno al MRSU en la Ciudad de La Paz, B. C. S., con base en los resultados se procedió a efectuar el planteamiento de una estrategia de manejo integral y gestión con fundamento en actividades tendientes a promover el desarrollo sustentable.

El trabajo se organiza en nueve apartados, que incluyen antecedentes, justificación, objetivos, hipótesis, metodología empleada, resultados, discusión y conclusiones. En el apartado de antecedentes se incluyen las definiciones básicas en torno al manejo de los residuos, esto también incluye las principales leyes en México en relación al tema, las experiencias desarrolladas en México y otros sitios sobre todo de tipo exitosas así como sus principales problemáticas, las opciones que existen de financiamiento, la delimitación del área de estudio, antecedentes locales y la problemática actual. La discusión y conclusiones se dirigen a señalar los alcances y futuras derivaciones de esta investigación. Las conclusiones más que cerrar el tema, pretenden abrir la reflexión sobre la importancia de integrar las herramientas adecuadas para el manejo de los RSU en la Ciudad de La Paz.

2. ANTECEDENTES

2.1 Definiciones básicas de residuos y su clasificación

2.1.1 Definiciones

En la legislación mexicana se definen sólo algunos de los términos más elementales para el manejo y gestión integral de los residuos, mientras que otros términos son definidos tácitamente dando lugar a interpretaciones erróneas; lo anterior puede ser un inconveniente en su gestión y aún más para hacer comparaciones entre diferentes localidades, regiones o países (Ferrer *et al.*, 1997). A continuación se describen a detalle la definición y clasificación de los residuos y sus variantes.

2.1.1.1 Basura

El término coloquial basura no se define en la legislación mexicana, sin embargo la definición de residuos de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) y la percepción de los ciudadanos hacia estos, se adecua perfectamente al sistema actual de manejo técnico y administrativo en México (Careaga, 1993). La percepción ciudadana lleva a considerar a la basura como “...algo que ya no le es útil y termina cuando se deposita ese algo en una bolsa de plástico y lo saca de su casa...” (Castillo-Berthier, 1990). Padilla-Massieu (1992) destaca que la mezcla misma que realizan los generadores con los diferentes residuos es lo que provoca la generación de basura y por consiguiente su rechazo y dificultades para manipularlos y aprovecharlos en etapas posteriores. La generación de basura inicia entonces cuando el consumidor atribuye poco valor o considera sin utilidad un bien, convirtiéndolo en algo indeseable, lo cual es subjetivo puesto que para alguien cierto artículo podría considerarse como basura pero para otra persona podría adquirir diferente valor, incluso podría emplearse como materia prima para otros procesos y obtener nuevos productos o beneficios (Pineda-Pablos, 2007; Taboada-González, 2011). El problema de considerar a todos los residuos como basura es que los generadores demandan que el producto de sus actividades sean eliminados de su entorno, se aislen o se desaparezcan, por lo que nace la necesidad del manejo adecuado de

los mismos (Franco-García, 2007). Aquí bien viene a colación el enunciado del químico Antonio Lavoisier: "...la materia no se crea ni se destruye, sólo se transforma..."; el resultado del MRSU no es más que una reubicación de los mismos, con cambio de escala, de lo individual a lo colectivo. En este trabajo escasamente se hará referencia a todos los residuos con este calificativo (basura) ya que al referirnos a los residuos como tal y no como basura se connota su valor.

2.1.1.2 Residuo

El término residuo que bien puede usarse indistintamente como desecho, se define con dos diferentes enfoques en importantes leyes mexicanas, tanto la NOM-AA-091-1987 (Calidad del suelo - terminología) como la LGEEPA (1988) los definen como "...cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permite usarlo nuevamente en el proceso que lo generó...". Esta definición es arcaica e ineficiente puesto que propicia la disposición final de los residuos sin una etapa previa que incentive su aprovechamiento al considerar a los residuos como algo inservible ya sea para reutilizarlos o reciclarlos.

Por otro lado la LGPGIR (2003), la cual es una ley relativamente nueva en comparación con las dos anteriores, define a los residuos como un "...material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta misma Ley y demás ordenamientos que de esta se deriven...".

En este trabajo se considerará la definición de residuo establecida por la LGPGIR (2003), ya que esta última reconoce que los residuos puedan reintegrarse a algún ciclo productivo y no como algo inservible, sin utilidad y por lo tanto descartable.

2.1.1.3 Residuo sólido

De acuerdo con la NOM-AA-091-1987 (Calidad del Suelo – terminología) se entiende como residuo sólido a "...cualquiera que posea suficiente consistencia para no fluir por sí

mismo...”. La palabra sólido que se le adjudica al término residuo es un tanto inadecuado, puesto que los residuos que se incluyen dentro de esta clasificación se componen tanto de líquidos, gases o suspensiones de sólidos en estos medios, así como residuos netamente sólidos o semisólidos generados en diferentes actividades antropogénicas. El término se usa básicamente para diferenciarlos del resto de los residuos generados por actividad humana, de tipo lodo o líquidos como las aguas residuales, gases contaminantes, y vapores que pueden ser vertidos en el alcantarillado y son transportados por sistemas de conducción hidráulica (Acurio *et al.*, 1998).

2.1.1.4 Residuos sólidos urbanos

La LGPGIR (2003) y la NOM-083-SEMARNAT-2003 definen a los residuos sólidos urbanos (RSU) como “...los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que generen residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre y cuando no sean considerados como residuos de otra índole (peligrosos, incompatibles o de manejo especial)...”.

De esta manera, el término RSU corresponde a la suma de los residuos generados en hogares y la que se genera en comercios, oficinas, instituciones diversas y lugares públicos, con la condición de que sus características sean de tipo domiciliaria, es decir, no peligrosos (Restrepo, 1991; Careaga, 1993; LGPGIR, 2003).

De acuerdo con la Organización para la Cooperación Ambiental y el Desarrollo Económico (OCDE), los RSU a manera de analogía representan la punta de un iceberg, por debajo de la cual se encuentran los residuos que se generan por la actividad industrial en los procesos productivos y en segundo lugar los voluminosos como resultado de las actividades extractivas de materias primas. De hecho, los dos estratos sumergidos del iceberg constituyen la mayor proporción en la generación de residuos, sin embargo se encuentran

enmascarados, ya que como sociedades urbanizadas generalmente no se está en contacto directo con ellos.

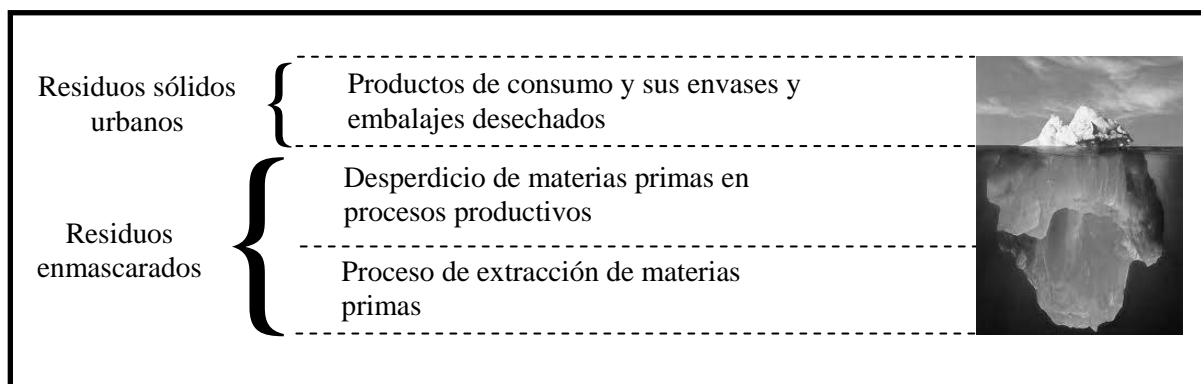


Figura 1. Analogía de la generación de residuos sólidos urbanos comparado con la punta de un iceberg (Modificación de Medina-Roos y Jiménez-Yanez, 2001).

2.1.1.5 Residuos sólidos municipales

La definición de RSU también se emplea por otros autores como sinónimo de residuos sólidos municipales (RSM), sin embargo ambos términos no deben ser considerados equivalentes; el término RSU se refiere únicamente a los generados en una zona urbana, mientras que los RSM incluyen todo el espacio ubicado dentro de los términos de una municipalidad, incluyendo tanto zonas urbanas como rurales, delegaciones, subdelegaciones, zonas conurbanas, así como residuos generados por actividad agrícola, ganadera e industrial, los cuales en su mayoría corresponden a la clasificación de residuos de manejo especial (RME) e incluso algunos de tipo peligroso (Buenrostro-Delgado, 2003).

2.1.1.6 Residuos sólidos domésticos

El término residuos sólidos domésticos (RSD) se define tácitamente en la legislación mexicana. Tanto en la LGPGIR (2003) como en la NOM-083-SEMARNAT-2003 se sobreentiende que corresponden a los generados por la actividad en casas habitación, sin incluir los provenientes de la vía pública, comercial e institucional, con la condición indispensable de excluir residuos peligrosos, incompatibles o de manejo especial (Restrepo *et al.*, 1991; Careaga, 1993).

2.1.1.7 Residuos de manejo especial

De acuerdo con la LGPGIR (2003) los RME, corresponden a los residuos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como residuos peligrosos (RP) o como RSU. Se clasifican dentro de esta categoría los RSU generados en cantidades mayores a las 10 ton anuales (equivalente a una generación diaria superior a 28 kg durante los 365 días del año). Estos residuos se clasifican como sigue (LGPGIR, 2003):

1. Residuos de rocas o de productos de su descomposición.
2. Residuos de servicios de salud (excepto los biológico-infecciosos).
3. Residuos generados por actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas.
4. Residuos de los servicios de transporte, generados en puertos, aeropuertos, terminales ferroviarias y portuarias, aduanas. En su mayoría son provenientes de terminales de pasajeros y actividades administrativas, así como del movimiento de las unidades. En las operaciones marítimas, el manejo de los residuos está regulado por el acuerdo internacional conocido como Marpol (Gutiérrez-Avedoy, 2006).
5. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales.
6. Residuos de tiendas departamentales o centros comerciales.
7. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición
8. Residuos tecnológicos provenientes de la industria de la informática, electrónica, vehículos automotores.
9. Otros que determine la SEMARNAT.

2.1.1.8 Residuos peligrosos

De acuerdo con la LGPGIR (2003) los residuos peligrosos (RP) corresponden a "...aquellos que posean alguna de las características de CRETIB (por las siglas, corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes biológico-infecciosos) que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes,

embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio...”. Se excluyen de esta clasificación los RP con características radioactivas.

De acuerdo con la LGPGIR (2003), estarán sujetos a planes de manejo los RP y productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen, tales como:

1. Aceites y lubricantes usados.
2. Disolventes orgánicos usados.
3. Convertidores catalíticos de vehículos automotores.
4. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo.
5. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio.
6. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio.
7. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo.
8. Fármacos.
9. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos.
10. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados.
11. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos.
12. La sangre y componentes de ésta, sólo en su forma líquida, así como sus derivados.
13. Las cepas y cultivos de agentes patógenos generados en los procedimientos de diagnóstico e investigación y en la producción y control de agentes biológicos.
14. Los residuos patológicos constituidos por tejidos, órganos y partes que se remueven durante las necropsias, la cirugía o algún otro tipo de intervención quirúrgica que no estén contenidos en formol, y
15. Los residuos punzo-cortantes que hayan estado en contacto con humanos o animales o sus muestras biológicas durante el diagnóstico y tratamiento, incluyendo navajas de bisturí, lancetas, jeringas con aguja integrada, agujas hipodérmicas, de acupuntura y para tatuajes.

Los establecimientos industriales o comerciales que manejen RP están obligados a solicitar autorización a dependencias federales como la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) y la SEMARNAT para operar de forma regular y apearse a las demás disposiciones establecidas en la LGPGIR (2003) y la LGEEPA (1988).

La condición de inocuidad para los RSU, RSD y RSM es meramente jurídica, ya que la normatividad ambiental en México prefiere considerarlos como tal aunque realmente no lo sean. En realidad estos residuos se componen de una gran variedad de materiales con características peligrosas como detergentes, medicamentos, acumuladores eléctricos, cosméticos, insecticidas, aceites y lubricantes, entre otros. Parte de la explicación por la cual las autoridades omiten la naturaleza peligrosa de este tipo de residuos es por la incapacidad de ejercer presión jurídica en cada uno de los hogares y pequeños comercios para su correcto manejo.

La LGPGIR (2003) contrapone sus definiciones al admitir la posibilidad de encontrar RP en los RSU; en su artículo 23 asienta que "...no serán aplicables las disposiciones aplicables a los RP cuando sean generados en los hogares, unidades habitacionales, oficinas, instituciones, dependencias y entidades, siempre y cuando se manejen cantidades iguales o menores a las que generan los micro-generadores (es decir, menos de 400 kg/año, equivalente a una generación de 1.095 kg/día) al desechar productos de consumo en mezcla con materiales peligrosos...". De acuerdo con lo anterior, queda abierto a interpretación la posibilidad de que los hogares y otras instalaciones con actividades productivas similares a las domésticas generen RP y los entreguen sin complicaciones legales a los servicios públicos o privados para su recolección y transporte, siempre y cuando se encuentren en mezcla con residuos inocuos y en cantidades en peso y volumen reducidos.

La realidad es que el riesgo de encontrar RP en los RSU es elevado, sobre todo en los domésticos, ya que tales residuos no necesariamente se disponen en rellenos sanitarios en los que se prevenga su liberación, sino en tiraderos a cielo abierto, muchos de estos irregulares con el consecuente daño a la salud de la población y para los ecosistemas (SEMARNAT, 2007). Como medida alternativa para suplir esta deficiencia jurídica, la

LGPGIR (2003) otorga toda responsabilidad de manejo a la SEMARNAT en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y municipales para la promoción de acciones tendientes a dar a conocer a los generadores los diferentes tipos de RP y la manera de llevar a cabo un manejo adecuado de los mismos. A pesar de que los RP generados a nivel urbano no representan un riesgo tan alto como los RP generados por actividad industrial, es importante tener en consideración su naturaleza peligrosa omitida por la legislación mexicana.

2.1.2 Clasificación

Clasificar los residuos que se generan en las múltiples actividades que desarrolla el hombre, puede resultar muy complejo ya que tanto las fuentes que los generan, como la composición misma de los residuos es muy variable, lo cual dificulta el establecimiento de criterios de clasificación perfectamente bien definidos. Los residuos pueden clasificarse de acuerdo a su composición (en orgánicos e inorgánicos), por la factibilidad para su aprovechamiento (en reciclables y no reciclables) y por su origen en actividad antropogénica (institucionales, domésticos, comerciales, industriales, entre otros).

2.1.2.1 Por su composición

De acuerdo con su composición Restrepo *et al.* (1991) y Careaga (1993) clasifican a los RSU en:

- *Residuos orgánicos*: se componen de materia orgánica que por definición corresponde a “todo aquello de origen biológico, que en algún momento tuvo vida”.
- *Residuos inorgánicos*: son conocidos también como residuos secos, de lenta degradación o no biodegradables, debido a que pueden permanecer en el ambiente por largos periodos sin degradarse. Este grupo incluye a su vez, dos tipos de residuos, los reciclables y los no reciclables:
 - Los *reciclables* por sus características en composición aún son aptos para elaborar otros productos o re-fabricar los mismos, ejemplos de estos se tiene el plástico, vidrio y metales. El papel y el cartón (ambos residuos de tipo orgánico), se pueden reclasificar dentro de la

categoría de residuos inorgánicos de tipo reciclable, para facilitar su acopio y evitar su contaminación por contacto con los residuos orgánicos.

- Los *no reciclables*, conocidos también como el resto, otros o basura, se componen de residuos con muy pocas posibilidades de reciclaje, ya sea por la naturaleza misma de los materiales con que están elaborados, tener una alta carga microbiana potencialmente patógena, o estar altamente contaminados (mezclados) con otras fracciones de residuos. Ejemplo de este tipo de residuos se tienen los desechables, residuos sanitarios, etc.

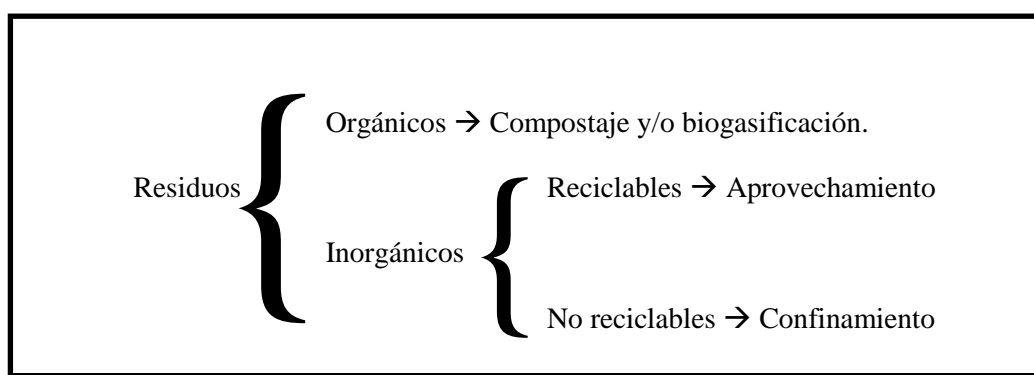


Figura 2. Clasificación general de residuos y formas más comunes de aprovechamiento (Modificación de Pineda-Pablos y Loera-Burnes, 2007).

2.1.2.2 Por su origen en actividad antropogénica

Ferrer *et al.* (1999) muestran una clasificación detallada para cada uno de los residuos de acuerdo a su origen como resultado de diversas actividades antropogénicas:

- *Residuos domésticos o domiciliarios (RD)*: corresponden a los generados en las distintas actividades desarrolladas en una vivienda. Se componen por una fracción orgánica, inorgánica y una cantidad pequeña de RP. Constituyen aproximadamente entre el 50 al 75 % del total de los residuos. (Acurio *et al.*, 1998)
- *Residuos comerciales y de servicios*: formados por residuos de tipo doméstico pero su composición depende del sector comercial, por ejemplo: balnearios, circos, cines, teatros, estadios, hipódromos, plazas, mercados, tianguis, centros de abasto, hoteles,

oficinas, rastros, panteones, restaurantes, tiendas, terminales de medios de transporte. Constituyen entre 10 a 20 % del total de residuos (Acurio *et al.*, 1998).

- *Residuos institucionales*: generados en escuelas, centros de investigación, instituciones públicas y privadas, oficinas de gobierno, museos, iglesias, bancos, reclusorios. Constituyen del 5 al 15 % del total de residuos (Acurio *et al.*, 1998).
- *Residuos voluminosos*: pueden ser tanto de origen domiciliario como comercial y por sus características (forma, tamaño, volumen, peso) son difíciles de transportar por los servicios convencionales de recolección.
- *Residuos de construcción y demolición*: son residuos inertes como piedras, escombros, hormigón, ripio, ladrillos, madera, vidrio, plástico, piezas de calefacción, de fontanería.
- *Residuos de servicios públicos municipales*: como resultado del barrido de calles y avenidas, la limpieza de jardines y todo tipo de residuos arrojados a la vía pública, incluyendo carreteras (federales y estatales), parques y jardines, zoológicos, playas, áreas arqueológicas, parques nacionales, entre otras. Estos residuos pueden representar entre el 10 al 20 % del total de residuos (Acurio *et al.*, 1998).
- *Residuos de plantas de tratamiento*: como resultado de la potabilización del agua (lodos de aguas residuales) y cenizas de incineradores.
- *Residuos industriales asimilables a urbanos (RIAU)*: procedentes de parques industriales.
- *Residuos hospitalarios*: generados en establecimientos de atención a la salud humana (hospitales, ambulatorios, centros de investigación), con características potenciales biológico-infecciosos.
- *Residuos agrícolas y ganaderos*: compuestos por materia rápidamente putrescible, además de otros residuos de tipo peligroso contenidos en recipientes de diversos materiales.
- *Residuos industriales*: provienen de la pequeña industria y talleres artesanales. Este componente varía mucho de acuerdo a las características de las ciudades y podrían representar entre 5 y 30 % del total de residuos (Acurio *et al.*, 1998).

2.1.3 Manejo de los residuos

El manejo de los residuos (MR) se refiere tradicionalmente al conjunto de etapas que se realizan con los residuos desde que se generan en la fuente hasta su disposición final. De acuerdo con Tchobanoglous *et al.* (1982) el proceso de manejo de residuos se divide en seis etapas: 1. Generación; 2. Pre-recolección; 3. Recolección; 4. Transporte; 5. Tratamiento y 6. Disposición final.

El Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (PNPGIR) (SEMARNAT, 2008) hace alusión a esta definición no como manejo sino como gestión integral de residuos sólidos urbanos (GIRSU). Existen otras fuentes en México y otros países que manejan indistintamente los términos gestión y MR. En este trabajo se entenderá como manejo de residuos al conjunto de las seis etapas establecidas por Tchobanoglous *et al.* (1982).

2.1.4 Manejo integral de los residuos

En México, el enfoque del manejo integral de los residuos (MIR) es tratar de resolver, de una manera socialmente deseable el problema que éstos representan para la salud humana y el ambiente (Medina, 1997).



Figura 3. Enfoque tradicional de manejo integral de los residuos en México en relación al establecimiento de una jerarquía (SEMARNAT, 2001).

El MIR involucra la realización de actividades jerárquicas iniciando con acciones de prevención, reducción en la fuente, reutilización, reciclaje, recuperación de energía y por último la disposición final de residuos.

En este caso, la prevención y minimización es lo más deseable en términos económicos, sociales y ambientales, ya que desaparece el problema desde el origen (Moreno-Andrade, 1996), en cambio procesos como la recuperación de energía y la disposición final corresponden a la última opción disponible para el MIR.

Estas acciones pueden ser realizadas individualmente o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades particulares de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficacia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Precisamente la combinación de acciones de MR con las de MIR, hace que sea considerada como la parte técnica de la gestión integral (SEMARNAT, 2006; SEMARNAT, 2007).

2.1.5 Gestión integral de los residuos

En México la LGPGIR (2003) define a la GIRS como el "...conjunto articulado e interrelacionado de acciones 1) normativas, 2) operativas, 3) financieras, 4) de planeación, 5) administrativas, 6) sociales, 7) educativas, 8) de monitoreo, 9) supervisión y 10) evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región...".

La GIRS comprende acciones de manejo pero desde un punto de vista global o totalizador, es decir, involucra tanto actividades de tipo administrativas (como son la capacitación de personal y fortalecimiento institucional), financieras, legales, de planeación, de ingeniería y participación ciudadana, que incluyen por ejemplo la expedición de reglamentos de limpia, estímulos para la reducción de la generación, promoción de centros de acopio, gestión de apoyos, recursos y de equipo, así como el impacto al ambiente natural y social (SEMARNAT, 2006).

Ferrer *et al.* (1997) define a la gestión como la selección y aplicación de técnicas, tecnologías y programas idóneos para lograr metas y objetivos específicos para la correcta administración de la totalidad de los residuos generados en una determinada zona geográfica. Medina-Roos y Jiménez-Yanes (2001) plantean que el problema principal durante este proceso, es encontrar una combinación apropiada de tecnologías para cada

situación, es decir, la búsqueda de un equilibrio armónico entre los mejores principios de salud pública, de la economía, de ingeniería, de conservación, de estética y de otras consideraciones ambientales que respondan a las expectativas públicas, empleando los recursos disponibles hasta el momento.

2.2 Antecedentes generales

2.2.1 Marco legal

La responsabilidad de MRSU en la mayoría de los países recae en las autoridades locales y México no es la excepción (SEMARNAT, 2003). En México existe una regulación ambiental constituida por leyes, normas, planes, programas y reglamentos; con impacto en la administración de los mismos tanto para los municipios como para las empresas privadas que ofrecen el servicio de recolección y disposición final (Aviña-Hernández, 2011).

En la Figura 4 se ejemplifica la escala jerárquica y especificidad de los diferentes instrumentos legales en México (SEMARNAT, 2008).

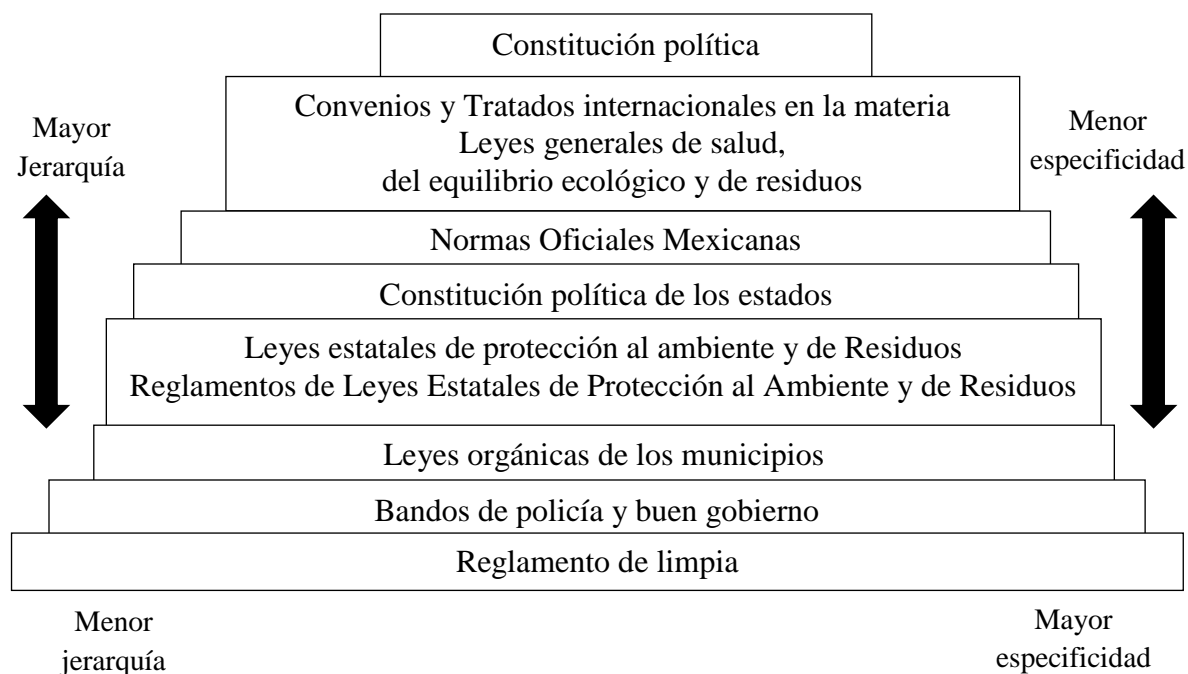


Figura 4. Jerarquía de instrumentos legales en materia de manejo de residuos sólidos urbanos en México. Modificación de SEMARNAT (2008).

Por una parte se podría considerar como una ventaja que existan diversas leyes, reglamentos e instrumentos jurídicos en torno al MRSU, sin embargo muchas veces se traslapan, además de que existe una importante falta de vigilancia para su cumplimiento, ya sea por la falta de recursos de las municipalidades, problemas de burocratización y la carencia de programas dirigidos a la educación, a la creación de una cultura del reciclaje y la participación de la comunidad. Los instrumentos existentes pueden ser muy avanzados pero su falta de aplicación los hace inoperantes, es decir, no están adecuados a la realidad del país y por tanto no son aplicables (Acurio *et al.*, 1998). A continuación se mencionan las principales leyes, reglamentos e instrumentos jurídicos en México en relación a la GIRSU.

2.2.1.1 Nacional

- **Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM)**

Anteriormente la recolección de residuos en todo el país y demás actividades relacionadas con la prestación de otros servicios públicos no estaba regulada por ninguna disposición jurídica del orden federal, por lo que en acuerdo con el artículo 124 Constitucional al no estar concedidas expresamente tales facultades a los funcionarios federales estas recaían sobre los Estados. El 03 de febrero de 1983, se modifica el artículo 115, fracción III, inciso c) de la CPEUM, desligándose a los Estados de la responsabilidad de recolección de residuos, transfiriéndose expresamente tales responsabilidades a los municipios con la especificación de llevar a cabo actividades de limpieza dentro de la circunscripción territorial correspondiente; es hasta finales de 1999 cuando se adicionan las funciones de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos.

Actualmente sigue siendo a través de la CPEUM que se responsabiliza a los municipios de la limpieza y manejo de los residuos; sin embargo tiene muchas deficiencias, puesto que no involucra acciones de prevención o minimización de los impactos sobre el ambiente o la salud que ocasionan los residuos.

Otras leyes aplicables a nivel nacional en torno al MRSU son LGEEPA (1988) y la LGPGIR (2003), las cuales vienen a cubrir parcialmente las lagunas de la CPEUM.

- **Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**

El 28 de enero de 1988 se promulgó la LGEEPA, esta ley viene a complementar en sus artículos 8 y 137 las atribuciones estipuladas por la CPEUM. En este ordenamiento se establece una distinción entre los RP y no peligrosos; por una parte la regulación de los RP quedó a disposición de la federación, mientras que los residuos no peligrosos quedan a disposición de las autoridades municipales. En su artículo 137 se establece como responsabilidad de los municipios "...el funcionamiento de los sistemas de recolección, almacenamiento, transporte, alojamiento, reúso, tratamiento y disposición final de los RSM...". Son también atribuciones del municipio la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en los centros de población, en relación con los efectos derivados de los servicios de limpia.

- **Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos**

Esta ley (LGPGIR) fue expedida en 2003, viene a constituir uno de los instrumentos más importantes de la administración de residuos. Se formuló tomando en consideración los diagnósticos del Manual de Referencia de la Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) sobre la prevención estratégica de residuos, que en el año 2000 alertó sobre el crecimiento continuo de los RSU en sus países miembros, como es el caso de México y la lentitud con la que las regulaciones basadas únicamente en el reciclaje (introducidas en la década de los 80's) contribuían a reducir dicho incremento (Aviña-Hernández, 2011).

La LGPGIR (2003) establece un nuevo sistema de reparto de competencias entre los tres órdenes de gobierno en el tema de la gestión de residuos, sin invalidar a las leyes anteriores (LGEEPA, 1988 y CPEUM, 1917). La LGPGIR Establece que la generación y manejo ambientalmente adecuado de los residuos es responsabilidad de todos los sectores sociales, aunque de manera diferenciada, la cual se enuncia como responsabilidad compartida entre

productores, consumidores, empresas de servicios de manejo de residuos y autoridades de los tres órdenes de gobierno. En esta ley se establece que el que contamina paga, además de la responsabilidad de desarrollar acciones para prevenir la generación, valorizar los residuos y lograr su MIR de manera ambientalmente efectiva, tecnológicamente factible, económicamente viable y socialmente aceptable. De acuerdo con SEMARNAT (2003) el nuevo reparto de competencias de la LGPGIR (2003) sólo multiplica los problemas de interpretación jurídica al asignar de manera explícita algunas de las atribuciones de los gobiernos locales y otras por exclusión.

La LGPGIR (2003) también incluye la posibilidad de concesionar la responsabilidad de la administración del servicio a particulares, ya sea sector social y/o privado, para que participen en el manejo de los servicios que tradicionalmente son proporcionados por los ayuntamientos, sin dejar de ser éstos últimos los responsables del sistema de MRSU; de esta manera, el municipio puede adoptar un papel de vigilante para que se realice adecuadamente la prestación del servicio, siempre y cuando se cuente con la autorización previa del H. Congreso del Estado para ceder tal responsabilidad a particulares. Esta ley, también otorga a los municipios la facultad para establecer modelos tarifarios para el financiamiento de la GIRS.

La LGPGIR (2003) clasifica por primera vez a los generadores de acuerdo al volumen de residuos que producen en dos grandes categorías, los micro-generadores y grandes-generadores; y de acuerdo al tipo de residuos en tres categorías; RSU, RME, RP, especificando las responsabilidades para cada uno de los generadores.

- NOM-083-SEMARNAT-2003

Otros elementos legales aplicables al MRSU, son las Normas Oficiales Mexicanas, como por ejemplo la Norma 083. El objetivo de esta norma que lleva por título “Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de RSU y RME”, es que los municipios regulen los sitios de disposición final.

- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012.

Consta de cuatro ejes, uno de los cuales contempla la sustentabilidad ambiental, incluyendo a su vez nueve temas entre los que destacan dos con fines de interés en esta investigación, el de residuos sólidos, RP, la educación y cultura ambiental.

En lo que respecta al marco legal en las entidades federativas se encuentra en desarrollo con la creación de nuevas leyes estatales o la modificación de la legislación ambiental existente y la elaboración o modificación de las regulaciones municipales correspondientes.

2.2.1.1 Tratados internacionales

En México aplican una serie de tratados internacionales que el gobierno ha suscrito con la aprobación del Senado; sin embargo, es común que en México y otros países de América Latina no se contemplen los múltiples compromisos internacionales asumidos, o de lo contrario no se aplican a su realidad (Acurio *et al.*, 1998).

Desde 1972 autoridades de diversos países así como organismos internacionales abordaron la crisis ambiental en la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre el Medio Humano con sede en Estocolmo, Suecia. En 1987 destaca el informe Bruntland donde se institucionaliza el concepto de desarrollo sustentable. Entre otros acuerdos importantes se tienen la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, organizada por la ONU y celebrada en Río de Janeiro en 1992; de esta surgió la agenda 21, y en su capítulo 21 establece que el manejo de los residuos debe contemplar: 1. la minimización de la generación, 2. la recolección, 3. el reciclaje, 4. el tratamiento y 5. La disposición final adecuados, además recalca que cada país y cada ciudad deberá establecer sus programas para lograr lo anterior de acuerdo a sus condiciones locales y a sus capacidades económicas. Se hace énfasis en los países en desarrollo, para los cuales se estableció como

meta el año 2000, satisfacer con las capacidades para monitorear las cinco áreas mencionadas en la agenda 21 en relación al MRSU (Acurio *et al.*, 1998).

Otros de los acuerdos internacionales a los cuales se ha suscrito México se encuentra el protocolo de Kyoto (2000) sobre cambio climático (firmado y ratificado pero sin anexo I y II), y el protocolo de Montreal sobre sustancias que deterioran la capa de ozono, el tratado de la cumbre de Johannesburgo sobre desarrollo sostenible; también se tiene la iniciativa 3R's (reducir, reusar y reciclar), de los cuales se derivan una serie de obligaciones relacionadas directamente o indirectamente con la gestión y MR (SEMARNAT, 2008).

2.2.2 El manejo de los residuos sólidos urbanos para el desarrollo sustentable

En general, los residuos de interés para esta investigación son generados como resultado de los procesos de producción de bienes de consumo y la prestación de servicios con el único fin de satisfacer las necesidades del hombre; necesidades que en las últimas décadas han pasado de ser elementales a suntuarias e innecesarias; así pues, todos los residuos de inicio han sido extraídos de la tierra como materia prima, e introducidos a procesos de compra-venta (Medina, 1997); idealmente estos procesos deberían semejar el manejo cíclico de los residuos en la naturaleza dejando de lado los modelos lineales que comúnmente desarrolla el hombre. Dentro de un escenario ideal, la sociedad generaría residuos pero que no serían completamente basura, además de que se incentivaría la separación de los mismos y se incorporarían a una variedad de procesos de transformación e industrialización.

En el contexto del desarrollo sustentable, que por definición "...permite satisfacer las necesidades de la población actual sin comprometer la capacidad de atender a las generaciones futuras...", el manejo cíclico de los residuos resulta fundamental puesto que permitiría maximizar el aprovechamiento de los recursos, así como la minimización y prevención de los impactos adversos al ambiente que pudieran derivar de dicho manejo tanto para la sociedad actual como futura (Medina, 1999; Cortinas-de Nava, 2003).

De acuerdo con De la Parra-Rentería *et al.* (2010) el concepto de manejo sustentable de los residuos es muy fácil conceptualmente, pero difícil de alcanzar en la práctica. El mismo

concepto de desarrollo sustentable no es un destino sino un proceso dinámico de adaptación, aprendizaje y acción, supone reconocer y comprender las interrelaciones, especialmente las que existen entre la economía, la sociedad y el medio natural y actuar al respecto (ONU, 2012). Para lograr el desarrollo sustentable en torno al MRSU, es necesario promover cambios en los modelos de consumo y producción, así como establecer sistemas para la prevención y manejo integral de los mismos. De acuerdo con Acurio *et al.* (1998) la educación y conocimiento tanto de las etapas de manejo, así como el MIRS, por parte de los generadores, autoridades y productores, son parte importante de los postulados del Programa 21, y aunque es un proceso complicado y de largo plazo (generalmente intergeneracional), es el camino correcto para lograr la sustentabilidad de los servicios de aseo urbano. Y es complicado debido a que hay pocos incentivos para ponerlo en práctica cuando nuestras normas, políticas e instituciones, recompensan desproporcionalmente los logros y desafíos a corto plazo (ONU, 2012).

2.2.3 Factores detonantes de la problemática en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos

La problemática en torno al MRSU se encuentra ampliamente extendida a nivel mundial, incluso podría considerársele de tipo crónica en algunos países debido a que las tasas de generación de residuos son cada vez más elevadas, además de que los espacios para disponer los residuos son cada vez más limitados, la cultura para su manejo es retrograda, y se tienen grandes deficiencias en infraestructura por parte de las autoridades; en México se espera que este tema crezca en importancia por la dinámica demográfica que se está presentando (Armijo-de Vega *et al.*, 2009; Arzate, 2011; Taboada-González *et al.*, 2011). En países en vías de desarrollo como México, la principal aspiración se limita a la recolección, transporte y disposición final de los residuos lejos de los centros de población, y el problema se acentúa, como consecuencia de una gran variedad de factores (Escamirosa-Montalvo *et al.*, 2001).

En la mayoría de los municipios de México, las estrategias de MRSU son deficientes (Careaga, 1993); este problema se extiende desde pequeños asentamientos humanos hasta

los grandes zonas urbanas. El problema de manejo ineficiente de los RSU no recae únicamente en factores técnicos sino en factores institucionales de carácter administrativo y socio-culturales (Acurio *et al.*, 1998; Rodríguez-Lepure, 2008). Los funcionarios públicos en México consideran al MRSU como uno de los servicios públicos más problemáticos y sensibles para la administración municipal (ENGM, 2004 y De la Parra-Rentería *et al.*, 2010); sin embargo, los resultados de las Encuestas Nacionales a Presidentes municipales 1995, 2000 y 2002, muestran que el servicio de recolección de residuos no está dentro de los servicios prioritarios, sino que se ubica en el sexto lugar con un porcentaje alrededor del 2 %, es decir, dos de cada cien presidentes municipales lo consideran como el primer servicio en su municipio en orden de importancia (Aviña-Hernández, 2011).

Diversos estudios sobre el MR y la GIRSU han detectado un gran número de barreras de carácter estructural (Restrepo y Phillips 1985; Medina, 1997; Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Bernache-Pérez, 2006). Algunos de los factores que destacan se encuentran la falta de personal capacitado, es decir, la baja profesionalización y liderazgo de los funcionarios involucrados en la administración pública local (Cabrero, 2002), deficiencias institucionales, reglamentarias de fiscalización y gestión, la creciente demanda del servicio por la población en aumento (De la Parra-Rentería *et al.*, 2010), la falta de información básica y el escaso conocimiento sobre las cantidades y composición de los RSU, como consecuencia de los inexistentes sistemas de monitoreo permanentes y la falta de asesoría técnica (Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Fierro-Ochoa *et al.*, 2010).

Cortinas-de Nava (2003) destaca dos factores en particular por sus efectos perversos en el manejo de los RSU: 1) el cambio continuo de las políticas públicas en la materia. Los cambios en la administración municipal cada tres años, implica la movilidad frecuente y la rotación del personal que trabaja en los servicios urbanos de limpia, sobre todo de mandos medios y altos; SEMARNAT (2003) considera que esto provoca que no haya una planeación a largo plazo, imponiendo una perspectiva de gobierno limitada e inhibiendo a su vez las decisiones estratégicas en materia de infraestructura ambiental en el MRSU que exigen periodos relativamente largos de maduración y procesos complejos de licitación, concesión y contratación de empresas privadas. Aviña-Hernández (2011) considera que

muchas de las medidas de contención o disminución de la contaminación, además de otros objetivos planeados en el aparato institucional si pueden ser realizables y tangibles a largo plazo, sin embargo quedan solamente plasmadas como metas en papel, debido a las deficiencias presupuestales, el cambio en las administraciones y las demandas inmediatas de la comunidad. 2) la falta de políticas financieras y sistemas tarifarios, es decir, la débil capacidad para cobrar adecuadamente los servicios urbanos de limpia, a fin de recuperar los costos de inversión, operación y mantenimiento.

La falta de recursos económicos limita la dotación y administración de los servicios básicos a la población así como la exploración de sistemas y tecnologías adecuadas para el tratamiento de residuos. SEMARNAT (2003) indica que el costo del MRSU debe ser cubierto de forma proporcional por quienes los generan a partir de instrumentos jurídicos que obliguen a pagar de acuerdo a la cantidad y tipo de residuos (LGPGIR, 2003).

Algunos estudios han evaluado desde el punto de vista psicológico el ¿por qué el hombre genera residuos y lleva a cabo un mal manejo de estos?, la respuesta principal a esta pregunta es por ignorancia, al no ser consciente que con sus acciones está contaminando y perdiendo recursos. En segundo lugar se considera a los malos hábitos, entre esto se tiene que se ha caído en el error (incluso legal) de recolectar los residuos a los generadores, permitiendo así la generación desmedida; y en tercer lugar se tiene por la irresponsabilidad de las autoridades, que saben del problema pero no le dan la importancia debida (Padilla-Massieu, 1992).

2.2.4 Perjuicios económicos, ambientales y sociales por el manejo ineficiente de los residuos sólidos urbanos

Los RSU no son otra cosa que recursos naturales transformados en restos de alimentos, empaques, envases y embalajes, los cuales tuvieron un alto costo ambiental; es decir que para su producción ya se consumió agua, y se contaminó el agua, aire y suelo, pero si además, no se promueve su manejo adecuado, el daño se presenta de manera acumulativa (Álvarez-Flores, 2013). Sistemas ineficientes de manejo provocan una disminución de la calidad de vida de sus habitantes (Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003). Esta problemática

se puede observar a grandes escalas desde el punto de vista ambiental, social, económico y de infraestructura urbana.

Desde el punto de vista ambiental, el manejo ineficiente de los residuos se refleja en la contaminación de recursos hídricos, suelo, aire y paisaje (Acurio *et al.*, 1998). La contaminación de los recursos hídricos aunado a la contaminación del suelo, se debe en gran medida a la disposición de materia orgánica puesto que esta última contribuye en la generación de lixiviados y la contaminación subsecuente del agua, la cual puede conducirse por percolación a los mantos freáticos, pudiendo afectar tanto la biota acuática como terrestre (Restrepo y Phillips, 1985). La contaminación del aire se da por procesos de combustión, incendios espontáneos que contribuyen a su vez en la generación de gases contaminantes, algunos de ellos considerados causantes del efecto invernadero asociados al cambio climático, como son el gas metano y el bióxido de carbono, entre otros (Robles *et al.*, 2010). Además de la contaminación del entorno se tiene el desperdicio de recursos susceptibles a aprovechamiento que están siendo enterrados en diversos sitios para su disposición final, así como la consecuente disminución del periodo de vida útil de estos sitios.

Como parte del daño a la infraestructura urbana se tiene el deterioro mismo de la imagen urbana, así como de paisajes naturales y otros espacios públicos debido al impacto visual claramente negativo que causan los residuos tras su disposición sistemática o de manera difusa en áreas públicas como calles, lotes baldíos, barrancas, y cauces de agua con una consecuente devaluación de las propiedades. Otro problema derivado de la disposición de residuos a cielo abierto, es el daño a la infraestructura urbana por la obstrucción de cañerías y cauces de agua (Robles *et al.*, 2010).

El manejo inadecuado de los residuos también representa un riesgo social desde el punto de vista de salud pública, los principales afectados son las personas involucradas en cualquiera de las etapas de manejo, tales como los pepenadores tanto primarios como secundarios que recuperan residuos a línea de acera y en sitios de disposición final, respectivamente (Acurio *et al.*, 1998); Los pepenadores tienen mayor riesgo de contraer afecciones ya que

se mantienen en contacto más o menos directo con residuos y sus agentes físicos, químicos y biológicos, en condiciones insalubres, con malos olores, en contacto con fauna nociva, enfermedades infectocontagiosas así como agentes biológicos patógenos, enfermedades que afectan el sistema digestivo y respiratorio, incidentes en alergias e infecciones de la piel y los ojos, además del riesgo de sufrir lesiones por explosiones en los sitios de disposición final provocadas por acumulación de biogás (Robles *et al.*, 2010). Generalmente las personas expuestas a estas condiciones no cuentan con las medidas indispensables para salvaguardar su integridad física. De acuerdo con SEMARNAT (2007) existen dos tipos de peligros a la salud por el manejo ineficiente de los RSU, los tradicionales y los modernos. Los tradicionales incluyen enfermedades transmitidas por vectores (como el dengue, cuyo mosquito transmisor se reproduce en envases vacíos, llantas usadas y otros recipientes desechados en la intemperie y que se llenan de agua); agua contaminada con coliformes fecales y pobre saneamiento básico. Por otra parte los peligros modernos incluyen la contaminación ambiental por RSU y RP, incluyendo la derivada de la liberación de metano producido por la bio-digestión de residuos orgánicos que contribuyen al cambio climático, del incendio de tiraderos o de la incineración inadecuada de residuos liberando dioxinas y furanos que son contaminantes orgánicos persistentes (COP's); así como también el uso de agroquímicos y otras sustancias tóxicas o peligrosas que al desecharse se convierten en RP al igual que sus envases vacíos.

Como parte de los problemas socioeconómicos derivados del manejo inadecuado de los RSU, se tiene el fomento de las actividades del sector informal de la economía incluso de tipo ilegal, derivados del interés por recuperar residuos que tienen diferente valor en el mercado; el manejo de residuos reciclables puede dar lugar a conflictos sociales debido a intereses personales por el control de los residuos y la obtención de recursos económicos a partir de éstos por su venta a centros de acopio. Aunado a esta problemática se tiene que los pepenadores no gozan de prestaciones sociales, servicios de salud, viven y trabajan en condiciones insalubres, además de que su trabajo es despreciado por la sociedad.

Como parte de los conflictos económicos derivados del manejo inadecuado de los RSU, se tiene el creciente aumento de los costos a los municipios para cubrir el servicio de

recolección, transporte y disposición final, así como de salarios, equipo, combustibles, lubricantes y mantenimiento, lo cual se demanda día a día por un mayor número de habitantes (Ojeda-Benítez *et al.*, 1998).

2.2.5 Beneficios económicos, ambientales y sociales por el manejo adecuado de los residuos sólidos urbanos

De acuerdo con Acurio *et al.* (1998) con excepción de algunos países del Caribe, los países latinoamericanos no han podido identificar y cuantificar con precisión los beneficios tras la implementación de sistemas más eficientes de MRSU, ya sean de tipo económico, a la salud, preservación del medio ambiente, mejoramiento de la calidad de vida ni la disminución de la pobreza. Los beneficios económicos son reducidos y no representan realmente lo que implica el adecuado MRSU, se contemplan por ejemplo la valorización de los residuos recuperados, la venta de composta y gas metano, la obtención de ingresos por la venta de bonos de carbono, generación de energía por incineración, el aumento del valor de los terrenos recuperados por rellenos sanitarios, entre otros beneficios secundarios. Además de otros beneficios como son el incremento de la vida útil de los sitios de disposición final (Medina-Roos y Jiménez-Yanes, 2001).

La implementación de estrategias eficientes de MRSU permite reducir la presión que se ejerce sobre los recursos naturales de los cuales se extraen las materias primas con las que se fabrican los productos de consumo, también permite mantener los residuos en la actividad económica como subproductos. Además se puede disminuir la presión sobre los servicios de limpia, al reducirse su volumen de manera considerable (SEMARNAT, 2007).

2.2.6 Estudio e implementación de estrategias de manejo de residuos sólidos urbanos

Un estudio de diagnóstico básico permite obtener información para proyectar y hacer comparaciones con otras localidades, pudiéndose incluso dar procesos de retroalimentación con investigaciones, proyectos y estrategias exitosas, así como también aprender de los errores cometidos. Por ello es que resulta de gran importancia conocer los casos de éxito en México y otros países en torno al MRSU, dado que durante su elaboración y ejecución se

presentan una serie de barreras de tipo político, social, logístico y económico. La manera en que han logrado resolver tales dificultades se puede estudiar bajo diferentes ópticas con el objetivo de encontrar elementos explicativos transferibles a la zona de estudio (Arzate, 2011).

Debe quedar claro que no existe un modelo único o perfecto para cualquier lugar y época, más bien debe realizarse una selección en combinación unos con otros en función de la capacidad de respuesta a las necesidades y posibilidades de la localidad (Molina, 2001; Cortinas-de Nava, 2003; Taboada-González *et al.*, 2010). De esta forma, un tratamiento de residuos puede estar fuera de contexto de un lugar con respecto a otro considerando factores económicos, sociales, políticos, ambientales e incluso climáticos.

Es precisamente la selección de estrategias viables y apropiadas, uno de los retos más grandes que enfrentan las organizaciones para el MRSU, en especial cuando se pretenden tomar en cuenta todas las etapas de MR, con una visión global de MIR y con herramientas de gestión, con las respectivas implicaciones para la implementación de políticas para el desarrollo sustentable y la elaboración de normas, leyes y otros reglamentos específicos para flujos de residuos que resultan diversos tanto por su composición y origen, y que por lo tanto se debe saber cómo diversificar las opciones para su aprovechamiento (Al-Khatib *et al.*, 2010). Debiéndose responder preguntas tales como, ¿cuál o cuáles de ellas en su conjunto e interrelacionadas entre sí, constituyen la mejor opción para las condiciones locales? y ¿realmente su ejecución es factible a corto, mediano y largo plazos?

En México y otros países en vías de desarrollo, parte de la justificación por la cual ha prevalecido la elaboración de proyectos con un enfoque técnico, es precisamente que no existe un modelo único o perfecto para cualquier lugar y época. Los principales estudios en México atribuyen gran importancia a la determinación de la generación y composición de los RSU, y es que tal información realmente resulta crítica para los tomadores de decisiones durante la elaboración de propuestas viables de solución (Al-Khatib *et al.*, 2010). Incluso la LGPGIR (2003) establece como responsabilidad de las autoridades con competencia en la materia, elaborar un diagnóstico básico de la situación de los residuos en el área de interés,

así como de la infraestructura con la que cuenta para su manejo, con el fin de facilitar la implementación de nuevas estrategias. Otros elementos de diagnóstico técnico incluyen mejoras en los sistemas de recolección y transporte, diseño de rutas, impactos en sitios de disposición final, formas alternativas de aprovechamiento, así como la integración de la preocupación sobre la generación en la educación básica para elaborar propuestas de mejoras técnicas.

Rodríguez-Lepure (2008) señala que el inconveniente del enfoque técnico es que se deja de lado el aspecto administrativo, es decir el MIR y la GIRSU. Arzate (2011) coincide en que falla es institucional, no necesariamente tecnológica, como prueba se tiene que las soluciones técnicas no han aliviado los problemas que sufren los municipios mexicanos, ya que hasta la publicación del PNPGIR, menos del 5 % de los municipios en México habían resuelto el problema asociado al MRSU (SEMARNAT, 2008).

En México fue hasta finales de los años 60's y principios de los 70's del siglo pasado cuando iniciaron los primeros esfuerzos serios y metódicos en torno al MRSU y de acuerdo con Bernache-Pérez (2006) fue en la ciudad de México en los años 1983 y 1985 los más prolíferos. A partir de entonces, se han llevado a cabo por parte del sector académico y gubernamental una gran cantidad de estudios a nivel nacional, regional y local. Por parte del sector gubernamental a través de instancias como el Instituto Nacional de Ecología (INE), Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP), SEMARNAT, Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), la Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (COMIA), con apoyo de agencias externas como la Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ), Sistema de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM), Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU), se tienen al menos una docena de estudios (Tabla I).

En cambio en países desarrollados, la visión es mucho más amplia cuentan con mejores sistemas de MR, sea por su capacidad financiera, su legislación y/o de su educación ambiental (Sánchez-Olguín, 2007; Phuntsho *et al.*, 2009). Desde hace algunos años estos países cuentan con datos confiables de estudios de caracterización a largo plazo y de

seguimiento para los flujos de residuos, información fácilmente disponible tanto a nivel local como nacional (Phuntsho *et al.*, 2009); esto les permite enfocarse en el cambio de políticas y de estructura desde el punto de vista administrativo, institucional, legislativo, financiero, de educación ambiental, concientización y de participación ciudadana

(Rodríguez-Lepure, 2008).

Institución	Año	Título	Extensión
INE	1996	Estaciones de transferencia de RSU en áreas urbanas	177p.
SEMARNAP	1997	Estadísticas e indicadores de inversión sobre RSM en los principales centros urbanos en México	59p.
SEMARNAP	1999	Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos	20p.
SEDESOL	1996	Manual técnico sobre generación, recolección y transformación de los residuos sólidos municipales	145p.
Medina Roos y Jiménez Yanes (SEMARNAT)	2001	Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales	198p.
Medina Roos <i>et al.</i> (SEMARNAT)	2001	Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos	235p.
SEMARNAT	2003	La basura en el limbo	108p.
Wehenpohl y Hernández-Barrios (SEMARNAT)	2006	Guía para elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbano	112p.
Gutiérrez Avedoy (SEMARNAT)	2006	Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos	112p.
SEMARNAT	2006	Una propuesta para la gestión ambiental municipal de los residuos sólidos urbanos	72p.
SEDESOL	2007	Manual para la determinación de la factibilidad de reducción y reúso de los residuos sólidos municipales	125p.
SEMARNAT	2007	Política y estrategias para la prevención y gestión integral de residuos	15p.
SEMARNAT	2008	Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2009-2012	174p.

Tabla I. Estudios realizados por el sector gubernamental en torno al MRSU en México.

En estos países las leyes incluyen temas claves como la legislación sobre la obligación de los fabricantes para desarrollar sus propios planes de recuperación de residuos, aportación económica de los generadores de residuos (eco-impuestos); impuestos sobre productos para manejo de residuos resultantes; sustitución de materiales contaminantes por otros más favorables, entre otros estatutos donde queda clara la responsabilidad compartida de los actores y el MIR (Sánchez-Olguín, 2007).

Velázquez-Patiño (2009) menciona que en países europeos tras los primeros años de operar bajo los lineamientos exigidos por una nueva ley de residuos, coincidieron en que la recolección y tratamiento de la creciente cantidad de residuos generados era una actividad demasiado costosa para los municipios en la que además consideraron debería de intervenir la industria para cumplir cabalmente con el principio de responsabilidad compartida extendida en este caso al productor (André y Cerdá, 2006).

En México señala Bernache-Pérez (2006), no se han podido consolidar a gran escala (en zonas urbanas) estrategias eficientes de MRSU; sin embargo, Rodríguez-Lepure (2008) no descarta la posibilidad de desarrollar este tipo de estrategias, mencionando que existen ejemplos de ciudades importantes en México y el resto del mundo, incluso latinoamericanas, como la comunidad de Ñuñoa en Chile, y de Porto Alegre y Curitiba en Brasil, que han promovido su manejo sustentable (Girardet, 2004; Campani y Reichert, 2006; Allamand-Puratić, 2008).

En Curitiba al sur de Brasil, a partir de 1989 las autoridades municipales implementaron un programa educativo de separación de los residuos en dos fracciones (orgánicos e inorgánicos), al ver que era más rentable y socialmente más beneficioso involucrar a las comunidades en recolectar y reciclar en vez de emplear camiones pesados; de esta forma la gente de las favelas recolectan y separan su propia basura y a modo de incentivo se intercambian los residuos inorgánicos por frutas y verduras de la temporada, cuadernos, libros y juguetes de navidad, en puntos de canje localizados en supermercados, organismos municipales y asociaciones civiles (Girardet, 2004). El nombre del programa fue “La basura no es basura” (en portugués, O lixo que ñao é lixo), inicialmente se implementó en

escuelas públicas, y posteriormente se extendió a través de radio, televisión y prensa. Dos años más tarde, en 1991, inicia otro programa llamado “Cambio verde” (en portugués, *mudança verde*), esto fue con el objetivo de reforzar el interés de la población en la separación que poco a poco se iba perdiendo. (Vázquez-Esquivel, 2011).

En Porto Alegre, Brasil también se implementó desde 1990 un proyecto de colecta selectiva de residuos inorgánicos reciclables (Campani y Reichert, 2006). En la comuna de Ñuñoa, Chile también se implementó un programa de recuperación de la fracción inorgánica reciclable, además de la instalación de un ecoparque para la separación selectiva de los residuos (Allamand-Puratic, 2008).

En México en 2003, la SEMARNAT publicó un estudio de evaluación en diferentes municipios de México, basado en indicadores que contemplaron aspectos fundamentales como el impacto a la salud y la eficiencia del sistema. Los cinco municipios mejor calificados fueron la zona metropolitana de Monterrey en el Estado de Nuevo León (91 puntos); Torreón, Coahuila de Zaragoza (84 puntos); Tlalnepantla de Baz, Estado de México (84 puntos); Mérida, Yucatán (84 puntos) y Puebla, Puebla (79 puntos).

En los municipios de la JIRA (Junta Intermunicipal de Medio Ambiente para la Gestión Integral de la Cuenca Baja del Río Ayuquila) en el Estado de Jalisco, se tienen programas de separación y concientización de la ciudadanía, con el objetivo de generar experiencias que en un futuro puedan ser políticas públicas, permitiendo la profesionalización dentro del área del medio ambiente a pesar del cambio en las administraciones municipales así como impedir presiones de grupos de poder para el cuidado del ambiente (Aviña-Hernández, 2011).

En México resalta la participación de municipios de menos de 20 mil habitantes por sus desempeños eficientes e innovadores. Como ejemplos de desempeños exitosos destacan ciudades y municipios del área metropolitana de Monterrey (San Nicolás de los Garza, San Pedro Garza García, Monterrey, Guadalupe, General Escobedo, Santa Catarina), además de otras ciudades y delegaciones en otros municipios y Estados del país, tales como Tlalnepantla de Baz, Tecámac, Naucalpan y Toluca de Lerdo en el Estado de México;

Mérida, Yucatán; Puebla, Puebla; Nuevo Laredo, Tamaulipas; Coahuila de Zaragoza y Teocelo en Veracruz; Ciudad Juárez y Chihuahua en el estado de Chihuahua; Aguascalientes, Aguascalientes; Querétaro, Querétaro; Culiacán, Sinaloa; Victoria de Durango, Durango; Irapuato y León en el Estado de Guanajuato, entre otros (SEMARNAT, 2003; Arzate, 2011).

La particularidad en común que se destaca en los municipios mejor calificados es que han establecido alianzas con el sector privado o han hecho uso de recursos económicos aportados por programas a nivel federal (SEDESOL, SEMARNAT, BANOBRAS), así por ejemplo en Monterrey, se creó un organismo descentralizado llamado Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos Sólidos (SIMEPRODE), que se encarga exclusivamente de las actividades de disposición final, dejando las de recolección, transporte y educación ambiental a los ayuntamientos (Sánchez-Olguín, 2007).

Otra particularidad que comparten las localidades donde se han implantado estrategias exitosas de MRSU, es que se han ocupado de la recolección fraccionada de los mismos desde la fuente generadora, para posteriormente trasladarlos a centros de acopio o a sitios de disposición final. En la mayoría de los casos los centros de acopio son privados y algunos son municipales, sin embargo con la experiencia se ha observado que los dependientes del municipio sufren cada tres años de cambios político-administrativos que van en detrimento del funcionamiento de los mismos, por lo que SEMARNAT (2006) no recomiendan establecer organismos públicos de esta naturaleza.

La concesión de una o varias etapas de MRSU con incremento en la participación del sector privado, se ha observado en grandes centros urbanos y áreas metropolitanas, con una menor conformación de empresas municipales de servicios de limpia. La opinión pública asume que el sector privado es más eficiente que el sector público y estudios realizados en América Latina y el Caribe lo demuestran con reportes de incrementos notables en la eficiencia del personal cuando se privatizan tales servicios (Acurio *et al.*, 1998). Esta declaración coincide con la opinión de Alzate (2011) asumiendo que las mejores opciones para mejorar el servicio público de MRSU son mediante la cesión de responsabilidades

para la operatividad de los sitios de disposición final, y el servicio de recolección y transporte de residuos. Recomendando abiertamente la privatización de estos servicios cuando los municipios no tengan recursos disponibles para invertir (Acurio *et al.*, 1998).

Algunos de los temas complicados de resolver durante la privatización de algunas de las etapas de manejo de residuos, es el capital humano. En Ciudad Juárez, Chihuahua por ejemplo, los conflictos entre pepenadores y las compañías recicladoras llegaron en 2008 a manifestaciones públicas y enfrentamientos físicos y verbales, tras la concesión del tratamiento de RSU en el sitio de disposición final, ya que no se llegaba a un acuerdo salarial que satisficiera las necesidades de los pepenadores (Orquiz, 2008). Otras localidades donde se han implantado nuevas estrategias de MRSU, mediante la concesión de responsabilidades al sector privado, han establecido acuerdos con el sindicato de trabajadores de base contratados por el municipio, para que la empresa ganadora de la licitación se vea obligada a recontratar al menos a un 70 % de los trabajadores y el resto puedan ser reubicados en otras funciones dentro del gobierno municipal. La concesión de los servicios de recolección, transporte y disposición final de residuos permite a los gobiernos locales enfocarse en proyectos ambientales, educativos, de recolección de PET en escuelas, llantas, escombros, chatarra y basura en general (Galicia, 2011).

De acuerdo con SEMARNAT (2008), México si ha desarrollado y adoptado tecnologías para el control y tratamiento de los RSU sin embargo, con frecuencia sus ayuntamientos adoptan tecnologías que tienen un alto costo, sin demostrar su eficiencia en los países de origen o que no se pueden adaptar a las condiciones locales de manejo de residuos.

Además que las iniciativas de mejora al sistema de MRSU que toman los municipios en México se dan de manera aislada y diferenciada, es decir, cada municipio enfrenta el problema conforme a sus capacidades y recursos respondiendo a diversos intereses y de acuerdo a su nivel de desarrollo económico. Solo los municipios con mayores recursos presupuestales han podido enfrentar los retos del manejo de los residuos, con mayor o menor éxito, con participación del sector privado o exclusivamente con atención

gubernamental y en muy contadas ocasiones con soluciones innovadoras o con tecnología de punta (SEMARNAT, 2008).

En el estado de Yucatán por ejemplo, la Dirección de Ecología Municipal de Mérida, estableció a partir de enero de 2004 un reglamento que obliga a los generadores (a nivel doméstico y comercial) a separar los residuos en tres categorías: sanitarios, orgánicos e inorgánicos. La nueva regulación tuvo como objetivo fundamental la reducción del volumen de residuos que ingresaran al sitio para su disposición final (Maldonado, 2006).

En ese mismo año, en el D. F. entró en vigor la Ley de Residuos Sólidos (LRSDF) estableciéndose como obligatoria la separación de la basura en dos fracciones (orgánicos e inorgánicos), a nivel doméstico, comercial, industrial y de servicios, incluyendo instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales y similares. Una de las principales justificaciones para implementar esta ley, fue que el D. F. era uno de los mayores generadores de residuos a nivel nacional, además de otros detonadores que en su momento presionaron fuertemente, como fueron la corta vida de los sitios de disposición final, el incremento de la GPC, la amplia distribución de tiraderos irregulares y la disposición de los habitantes de la ciudad a colaborar con el gobierno. La expedición de esta ley provocó en un inicio expresiones de rechazo en algunos sectores de la sociedad (principalmente de parte del personal del sistema de recolección, quienes vieron amenazada su economía informal a partir de la pepena), gran escepticismo e incredulidad entre otros, aunque también de aceptación. La ley no entró en vigor rápidamente una vez que fue expedida, el retraso en su ejecución fue en consecuencia a tres factores fundamentales: 1. Ausencia de presupuesto para difundir y educar a la ciudadanía para atender las obligaciones que establecía la ley, así como para renovar o cambiar la infraestructura de recolección que diera continuidad a la pre-recolección fraccionada hasta la etapa de disposición final. 2. La inconformidad del personal de limpia y su sindicato, debido a la prohibición de la pepena y la propiedad de los residuos y 3. La incapacidad para desarrollar un sistema eficiente de manejo de RSU por parte de los servicios de limpia delegacionales, así como cierta resistencia al cambio. Además de la ley, surgieron otros

planes simultáneos y la creación de nuevos comités, como el Comité Técnico de Residuos Sólidos (CTRS) (Robles *et al.*, 2010).

Como es posible observar con la experiencia en otros municipios del país en cuanto al MRSU, independientemente que los programas sean de tipo público o privado, previo a su ejecución es necesario efectuar una evaluación profunda de la situación actual y tendencias de manejo y gestión de los residuos, esto es con el fin de aportar medios para determinar la factibilidad económica, y apoyar a las autoridades municipales en la toma de decisiones respecto de las inversiones relacionadas con proyectos para el aprovechamiento de residuos (SEMARNAT, 2007). Sólo a partir de ello se podrán proponer alternativas ad hoc a la zona de estudio, dejando en claro los beneficios y las desventajas, los costos de inversión, y los plazos de recuperación de capital, entre otros.

Finalmente son los altos mandos en los gobiernos municipal y estatal, junto con la aprobación del congreso del Estado (si se solicitan concesiones del servicio de recolección, transporte y/o disposición final), quienes tendrán la responsabilidad de decidir cambiar o mantener las estrategias de manejo de residuos.

2.2.7 Etapas de manejo de residuos

A continuación se hace una descripción general de la situación a nivel global, nacional, regional y local en cuanto a las seis etapas de MRSU. Esta información resulta útil para conocer las opciones que existen para desarrollar un programa de manejo integral y gestión de residuos, así como las limitaciones, para tratar de responder a las necesidades particulares de la zona de estudio.

2.2.7.1 Generación

En esta etapa se estudia y analiza el valor de los residuos, cantidades generadas, composición física, volumen, y sobre todo las cifras potenciales de residuos susceptibles a aprovechamiento. La razón por la que se fundamenta la realización de este tipo de estudios es porque los residuos son como un espejo de los patrones de consumo, hábitos alimenticios, estructura social, de los procesos que se desarrollan en una localidad (Armijo-

de Vega *et al.*, 2009). Rathje (1971) estableció una metodología basada en fundamentos arqueológicos con técnicas aplicables a la investigación de los residuos generados en hogares en zonas urbanas, siendo la unidad de análisis la bolsa de basura que genera cada familia; la premisa del método arqueológico es que si los desechos de las sociedades antiguas permitían conocer cómo se comportaba esa sociedad, entonces los residuos actuales pueden expresar cómo se comporta nuestra sociedad (Ojeda-Benítez *et al.*, 2008).

Los resultados de este tipo de estudios pueden constituir una herramienta para los gobiernos para fundamentar proyecciones y adecuaciones durante la planeación de estrategias para el manejo de los residuos con un enfoque de MIR dentro de programas compatibles con las características locales (Phuntsho *et al.*, 2009). La utilidad de esta información se debe a que: a) Puede ayudar a enfatizar o descartar el potencial de aprovechamiento que poseen los mismos, esto puede ser mediante la determinación del valor de rescate de los residuos para el reciclaje (Ojeda-Benítez, 2008), b) Puede facilitar la estimación de la demanda de infraestructura necesaria, es decir, la selección de equipo y definir el tamaño de las unidades de recolección y transporte, personal, entre otros factores, y así evitar la pérdida de dinero en sistemas de tratamiento, c) Permite estimar el espacio e infraestructura requeridos para los rellenos sanitarios evitando cálculos erróneos en la vida útil de estos sitios, lo que a su vez puede dar una idea del impacto que estos puede tener en la reducción de la cantidad de residuos que van a disposición final y d) Sirve como indicador de la magnitud de un riesgo potencial ante el manejo inadecuado de los RSU (Acurio *et al.*, 1998; Restrepo y Phillips, 1985; Ferrer *et al.*, 1997; Esquinca *et al.*, 1997; Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Sánchez-Olguín, 2007; Rodríguez-Lepure, 2008; Armijo-de Vega *et al.*, 2009; Aviña-Hernández, 2011).

Como antecedente de la importancia del estudio de la etapa de generación, sobre todo para evitar errores de planeación, se tiene la sobreestimación de la Agencia Federal de Protección al Medio Ambiente (EPA – por sus siglas en inglés) en un 30 % de la cantidad de residuos generados en ciudades de EE. UU. La consecuencia fue la dificultad para industrializar los residuos, ya que el volumen estimado los llevó a efectuar inversiones superiores a las que podían realizar muchas ciudades (Restrepo y Phillips, 1985). Aquí

viene a colación una frase recientemente empleada en una publicación de ONU (2012) que dice que “si algo no se puede medir o no se conoce tampoco se puede controlar”.

Diferentes estudios sobre el MRSU concluyen que es forzoso realizar investigaciones que aporten la mínima información (Rodríguez-Lepure, 2008). A partir de 2004 la LGPGIR (2003) obliga a los municipios en México a contar con planes de manejo fundamentados en estudios de caracterización de residuos. La recomendación de Franco-García (2007) es que la recopilación de información relacionada con la generación de RSU en la zona de estudio sea amplia, confiable y actualizada; no se recomienda hacer extrapolaciones o adaptar cifras de otras localidades, a menos de que no haya otra opción y las características entre ambas sean similares, por ejemplo, en hábitos de consumo, grado de consolidación urbana, densidad de población, condiciones climáticas, actividades productivas. Como última opción se pueden emplear medias regionales o nacionales, proporcionados por instancias como el INEGI, INE, SEMARNAT en conjunto con el Sistema Nacional de Información Ambiental y de recursos (SNIARN) y la SEDESOL (Medina *et al.*, 2001).

A pesar de la importancia y obligación que tienen los municipios para recopilar esta información, la obtención de datos relacionados con la generación de RSU, es considerada una labor complicada, sobre todo tratándose de cifras confiables; y no precisamente por la complejidad para cuantificarlos o por su inestabilidad (Ferrer *et al.*, 1997); sino por la falta de monitoreo, sobre todo en países como México, donde no se cuenta con información disponible y de la calidad deseada (Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Gutiérrez-Avedoy, 2006). De acuerdo con Bernache-Pérez (2006) la mejor herramienta que se tiene para mantener un control sobre la generación total de RSU es a través de su registro durante el ingreso de los mismos a los sitios de disposición final; teniendo en consideración que una importante proporción de los residuos permanecen sin recolectar o se disponen en tiraderos irregulares.

En México existen normas para estimar la generación per cápita (GPC), caracterización y determinación del peso volumétrico de los residuos, sin embargo en la literatura no existe un método para determinar el origen y número de muestra específico (Al-Khatib *et al.*, 2010). Se pueden encontrar estudios diversos en México y otros países que toman como

muestra hogares, comercios, camiones recolectores, con tamaños de muestra y metodologías muy diversas en cuanto a la temporalidad, diferentes clasificaciones para separar los residuos durante su caracterización y diferentes criterios para separar a la población en estratos socioeconómicos, esto dificulta el manejo de la información con fines de comparación (Tablas V y VII).

2.2.7.1.1 Principales factores que modifican la generación de los residuos sólidos urbanos

La generación, composición y volumen de los RSU generalmente varía de un lugar a otro. La homogeneidad no se mantiene a ningún nivel, ya sea nacional, regional, local o por colonias así como tampoco conforme transcurre el tiempo. Incluso se ha llegado a considerar que el único aspecto estable de los RSU es su inconsistencia; razón por la que Trejo-Vázquez (1994) los cataloga como el material más heterogéneo que existe.

La variación en la generación y composición de los RSU está en función de una combinación de factores. De acuerdo con Tchobanoglous *et al.* (1982) la lista de factores puede resultar virtualmente interminable, sin embargo, se pueden separar en dos grandes grupos:

- **Económicos, demográficos, de educación y cultura**
 - *Tamaño de la población e índice de crecimiento demográfico*: el crecimiento poblacional contribuye directamente al incremento en la generación de residuos (Ojeda-Benítez *et al.*, 1998), cada nueva persona que se integra a la ciudad desecha una cierta cantidad de residuos al satisfacer sus necesidades. Este factor es también importante para calcular la vida de un proyecto de recolección, ya que suele ser muy corta (entre cinco y ocho años) de acuerdo con la vida útil del equipo. Se recomienda estimar la población a diez o quince años y establecer un programa de reposición del equipo (Medina-Roos y Jiménez-Yanes, 2001). Aviña-Hernández (2011) cita la relación positiva que existe entre la generación de residuos y el

incremento en la población en países industrializados, de manera que un incremento del 1 % en la población se asocia con un 1.04 % de incremento en residuos.

- *Nivel de vida económico*: de acuerdo con SEMARNAT (2003) y Gutiérrez Avedoy (2006) esta es una de las variables con mayor poder explicativo sobre la cantidad de residuos generados en una localidad. El nivel socioeconómico se puede relacionar con el poder adquisitivo y finalmente con el estrato socio-económico al que pertenece cada sector de la población. De acuerdo con un análisis de la OCDE, existe una relación entre el aumento del producto interno bruto (PIB) y la capacidad de gasto de la población y el incremento del volumen de generación de residuos sólidos, lo que asocia a dicha generación con la producción y consumo de bienes (SEMARNAT, 2007). Aviña-Hernández (2011) cita nuevamente esta relación positiva entre la generación de residuos y el ingreso en países industrializados, ya que un incremento del 1 % en el ingreso per cápita se asocia el 0.34 % de incremento en la generación total de residuos sólidos. Generalmente los sectores mayores ingresos generan más residuos per cápita; predominantemente productos industrializados que tienen mayor valor incorporado en comparación con los provenientes de sectores con menores ingresos. Esto se explica por los ingresos elevados que posibilitan la adquisición de gran número de bienes de consumo, así como su desecho frecuente. Los hogares con altos ingresos tiran proporcionalmente más metales y menos residuos orgánicos porque consumen más alimentos procesados. Aunque por otro lado, se ha observado que los grupos de población con menos ingresos consumen y desechan en promedio más envases y envolturas en presentaciones pequeñas porque carecen de recursos suficientes para adquirir presentaciones más grandes que requieren menos empaque, esto se debe a que generalmente las presentaciones grandes son más baratas por unidad de producto que las pequeñas (Restrepo y Phillips, 1985; Medina, 1997).
- *Tipo de asentamiento humano*: grado de urbanización en una sociedad y las tendencias acentuadas de éxodo rural. La urbanización trae consigo un profundo cambio cultural y en los patrones de consumo, que se refleja inmediatamente en la composición de los residuos generados (SEMARNAT, 2003). En zonas semi-

rurales o rurales la generación suele ser más baja, por el contrario, en grandes ciudades y zonas metropolitanas la generación se incrementa (SEMARNAT, 2008), además de esta diferenciación en la generación total y generación per cápita (GPC), también se presentan variaciones en su composición, así pues en localidades rurales se ha relacionado con un porcentaje superior en la generación de residuos orgánicos en comparación con las zonas urbanas (SEMARNAP, 1997).

- *Tipo de actividades productivas:* dado que los residuos son un espejo de las actividades realizadas en una localidad, su generación y composición variará por factores como el tipo, número y predominio de viviendas, industrias y comercios.
- *Estructura por edades de la población:* la pirámide por edades de la población aunada al grado de consolidación urbano, mantiene una relación estrecha con las tasas de fecundidad lo cual a su vez tiene un efecto importante en la tasa de crecimiento poblacional, cuando las sociedades se desarrollan y se urbanizan, se reduce drásticamente las tasas de fecundidad (SEMARNAT, 2003).
- *Estructura familiar:* este factor influye significativamente en la generación de residuos y con ello los costos de recolección y transporte, las tasas más grandes de GPC se dan en viviendas individuales y establecimientos pequeños en cambio a mayor número de integrantes en un domicilio, menor es la GPC de RSD (Sánchez-Olguín, 2007).
- *Diferencias culturales y de educación:* van en relación con las costumbres y hábitos de consumo: alimentación, limpieza, así como otras actividades laborales y domésticas (Sánchez-Olguín, 2007). Algunos hábitos negativos como el de úselo y tírelo, la propensión al consumo, la opulencia y patrones de consumo marcados por el desperdicio, la creación de imágenes de productos suntuarios, así como la incapacidad para diferenciar la basura y los residuos (González *et al.*, 2002; SEMARNAT, 2003).
- *Temprana obsolescencia de los productos y nuevos métodos de acondicionamiento:* esto se refiere al empleo de envases, embalajes, así como el desuso acelerado en el que caen los electrodomésticos, muebles, así como diversas máquinas, equipos y tecnologías no por un mal funcionamiento, sino por el insuficiente desempeño de

sus funciones en comparación con nuevos productos introducidos en el mercado, a consecuencia de estrategias de mercado como la obsolescencia percibida, planificada y de especulación (Ferrer *et al.*, 1997; López-Garrido *et al.*, 1980).

- **Geográficos, climáticos y temporales**

- *Zona geográfica*: en México, la generación y composición de RSU no es homogénea en todo su territorio, sino que responde a la distribución de hábitos de consumo y poder adquisitivo. Por ejemplo, en la zona centro y sur de México, la generación de residuos orgánicos es mayor que en la zona norte, y la GPC de RSU es mayor en la zona fronteriza y Norte (SEMARNAT, 2010).
- *Clima*: el nivel de precipitación pluvial puede influir en el contenido de humedad de los residuos. También se sabe que en zonas cálidas, los residuos de jardín se recolectan en mayores cantidades y en periodos más largos (Sánchez-Olguín, 2007).
- *Época del año*: la variación en la generación se presenta diaria, semanal, mensual y estacionalmente (Sánchez-Olguín, 2007). En verano por ejemplo, se presenta un aumento en la generación de residuos orgánicos debido a la disponibilidad de una serie de frutas y verduras, mientras que en invierno se reducen hasta en un 10 %, aumentando los residuos inorgánicos de lenta degradación derivados de festejos tales como botellas de vidrio, latas, envolturas, etc. (Armijo-de Vega *et al.*, 2009).
- *Día de la semana*: los índices de generación bajan los miércoles y jueves en comparación con los otros días de la semana. Mientras que los fines de semana se genera una mayor cantidad de residuos por actividades recreativas, fiestas y reuniones, entre otras (Sánchez-Olguín, 2007).
- *Movimiento de la población en temporadas vacacionales*: en estas temporadas se consume una mayor cantidad de alimentos procesados, dependiendo de la afluencia turística en la zona, pueden darse fenómenos de captación o evacuación de sus habitantes y consecuentemente aumentar o disminuir la generación de residuos.

2.2.7.1.2 Generación total de residuos sólidos urbanos

A nivel mundial, la generación total de RSU ha venido experimentando un acentuado incremento sobre todo a partir de la segunda guerra mundial, cuando se empezó a crear una mayor variedad de productos de uso superfluo y con periodos de vida útil más cortos, aunado a diversos factores que hacen variar su generación (López-Garrido *et al.*, 1980; Restrepo y Phillips, 1985; Ferrer *et al.*, 1997; Medina, 1997; Medina-Roos *et al.*, 2001; González *et al.*, 2002; Martínez-Velázquez, 2005; SEMARNAT, 2010).

A nivel nacional, instancias públicas como la SEMARANT a través del SNIARN, han realizado inventarios de generación total de RSU durante el periodo 2000-2011, conjuntando información de las 31 entidades federativas y el D. F. En la Tabla II se enlistan los Estados en orden ascendente de aportación en la generación total anual de RSU.

Para entender a mayor detalle el comportamiento que se ha presentado en la generación total de RSU en México durante el periodo 2000-2011, se construyó la Tabla III transformando la información contenida en la Tabla II en incrementos porcentuales anuales.

En la Figura 5, se plasman los datos contenidos en la Tabla II, con objeto de hacer más clara la diferenciación en la generación total y mostrar su tendencia al incremento en los 31 estados de la república y el D. F. durante el periodo 2000-2011.

En la Tabla IV, se muestra la población, densidad poblacional (hab/km^2) y el porcentaje de aportación tanto en población como en la generación total de RSU, a nivel nacional, así como la relación existente entre la aportación en generación total de residuos y la aportación en población en los 31 estados del país y el D. F. correspondiente al año 2011.

El incremento porcentual en la generación total de RSU durante el periodo (2000-2011) a nivel nacional es de 71.96 %; El D. F. presentó el mayor incremento con 88.95 %, contrario al estado de B. C. S. que presentó el incremento total porcentual en la generación de residuos más bajo (55.16 %), con respecto al resto de las entidades; la generación de RSU en B. C. S. fue en un inicio (2000) de 134.90 miles de toneladas y para 2011 ascendió hasta 244.55 miles de toneladas.

Tabla II. Generación de residuos sólidos urbanos por entidad federativa y a nivel nacional en el periodo 2000 a 2011.

Fuente: SEMARNAT. Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales (SNIARN).

<http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/Pages/sniarn.aspx>

Miles de toneladas de residuos sólidos urbanos													
Lugar	Entidad federativa	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1	Colima	153.00	158.40	163.30	167.90	171.60	177.00	181.00	186.00	190.00	197.00	211.70	220.83
2	Baja California Sur	134.90	140.40	145.70	149.70	164.30	168.00	177.00	188.00	195.00	204.00	229.95	244.55
3	Campeche	189.60	191.80	193.30	197.10	219.00	226.00	232.00	237.00	243.00	248.00	259.15	266.45
4	Nayarit	229.70	234.30	238.10	240.90	262.80	266.00	270.00	276.00	279.00	292.00	319.38	332.15
5	Tlaxcala	229.80	236.70	243.40	248.20	266.50	274.00	279.00	286.00	294.00	307.00	321.20	330.33
6	Aguascalientes	275.80	285.30	293.40	299.30	313.90	327.00	334.00	358.00	370.00	376.00	390.55	401.50
7	Zacatecas	310.60	314.70	318.00	321.20	346.80	347.00	350.00	359.00	363.00	372.00	403.33	414.28
8	Quintana Roo	269.20	285.10	301.20	317.60	335.80	352.00	369.00	407.00	425.00	442.00	452.60	470.85
9	Durango	399.70	406.70	412.60	419.80	456.30	456.00	464.00	478.00	485.00	493.00	521.95	534.72
10	Yucatán	437.90	449.20	459.50	470.90	496.40	509.00	522.00	551.00	562.00	573.00	591.30	605.90
11	Morelos	458.90	471.70	483.20	492.80	525.60	538.00	548.00	538.00	548.00	558.00	596.78	615.03
12	Querétaro	416.00	431.90	446.60	463.60	489.10	504.00	518.00	548.00	562.00	577.00	618.68	642.40
13	Tabasco	521.30	536.20	549.50	562.10	591.30	602.00	617.00	619.00	628.00	639.00	702.63	726.35
14	Hidalgo	510.70	523.70	535.50	547.50	569.40	586.00	595.00	624.00	635.00	642.00	709.93	737.30
15	San Luis Potosí	579.40	592.70	604.40	616.90	631.50	646.00	657.00	703.00	714.00	726.00	757.38	777.45
16	Oaxaca	685.10	702.50	720.50	730.00	773.80	792.00	803.00	797.00	803.00	810.00	877.83	899.72
17	Sonora	660.40	675.80	689.20	704.50	766.50	785.00	803.00	816.00	832.00	847.00	905.20	934.40
18	Coahuila de Zaragoza	683.30	700.60	715.80	733.70	784.80	803.00	819.00	849.00	865.00	883.00	932.58	959.95
19	Sinaloa	759.40	776.40	790.70	806.70	861.40	872.00	889.00	878.00	887.00	902.00	947.18	969.08
20	Guerrero	765.00	783.30	799.20	817.60	839.50	858.00	869.00	865.00	871.00	876.00	959.95	987.33
21	Tamaulipas	850.60	877.80	902.70	930.80	1,011.10	1,038.00	1,068.00	1,071.00	1,095.00	1,121.00	1,158.88	1,188.08
22	Michoacán de Ocampo	963.60	982.00	997.50	1,014.70	1,076.80	1,091.00	1,106.00	1,091.00	1,100.00	1,106.00	1,213.63	1,248.30
23	Chiapas	883.00	909.40	933.40	960.00	1,033.00	1,055.00	1,080.00	1,110.00	1,132.00	1,153.00	1,241.00	1,281.15
24	Chihuahua	993.80	1,029.30	1,062.50	1,098.70	1,168.00	1,199.00	1,234.00	1,212.00	1,237.00	1,263.00	1,262.90	1,288.45
25	Baja California	941.00	985.20	1,027.40	1,073.10	1,131.50	1,175.00	1,219.00	1,241.00	1,288.00	1,336.00	1,343.20	1,385.17
26	Puebla	1,347.70	1,386.70	1,422.70	1,460.00	1,503.80	1,548.00	1,593.00	1,664.00	1,736.00	1,770.00	1,815.88	1,856.03
27	Guanajuato	1,371.30	1,406.50	1,437.00	1,471.00	1,554.90	1,584.00	1,613.00	1,653.00	1,683.00	1,708.00	1,859.68	1,921.73
28	Nuevo León	1,497.00	1,540.20	1,579.00	1,620.60	1,708.20	1,752.00	1,796.00	1,871.00	1,914.00	1,971.00	2,045.83	2,098.75
29	Veracruz de Ignacio de la Llave	1,724.40	1,754.30	1,779.60	1,806.80	1,914.00	1,928.00	1,952.00	2,011.00	2,035.00	2,070.00	2,197.30	2,252.05
30	Jalisco	2,168.20	2,221.00	2,267.10	2,317.80	2,427.30	2,482.00	2,528.00	2,654.00	2,710.00	2,767.00	2,890.80	2,971.10
31	Distrito Federal	4,350.70	4,350.70	4,350.70	4,380.00	4,500.50	4,563.00	4,599.00	4,698.00	4,745.00	4,782.00	4,836.25	4,891.00
32	México	4,972.70	5,148.30	5,310.90	5,475.00	5,708.60	5,902.00	6,051.00	6,026.00	6,169.00	6,314.00	6,484.23	6,610.15
TOTAL	Estados Unidos Mexicanos	30,733.70	31,488.80	32,173.60	32,916.50	34,604.00	35,405.00	36,135.00	36,865.00	37,595.00	38,325.00	40,058.83	41,062.53

Tabla III. Incremento porcentual en la generación de residuos sólidos urbanos en el periodo 2000-2011 y desglose del incremento promedio anual en el mismo periodo y su promedio para las 31 entidades federativas y el Distrito Federal con respecto a la producción Nacional. Fuente: Modificación de SEMARNAT. SNIARN (2012).

Entidad	Incremento de la generación	Incremento porcentual anual en la generación de RSU											Incremento % promedio anual
		Federativa	en 11 años (2000-2011)	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005	2005-2006	2006-2007	2007-2008	2008-2009	
Distrito Federal	88.95	0.00	0.00	0.67	2.75	1.39	0.79	2.15	1.00	0.78	1.13	1.13	1.07
Sinaloa	78.36	2.24	1.84	2.02	6.78	1.23	1.95	-1.24	1.03	1.69	5.01	2.31	2.26
Guerrero	77.48	2.39	2.03	2.30	2.68	2.20	1.28	-0.46	0.69	0.57	9.58	2.85	2.38
Chihuahua	77.13	3.57	3.23	3.41	6.31	2.65	2.92	-1.78	2.06	2.10	-0.01	2.02	2.41
Michoacán de Ocampo	77.19	1.91	1.58	1.72	6.12	1.32	1.37	-1.36	0.82	0.55	9.73	2.86	2.42
Veracruz de Ignacio de la Llave	76.57	1.73	1.44	1.53	5.93	0.73	1.24	3.02	1.19	1.72	6.15	2.49	2.47
Oaxaca	76.15	2.54	2.56	1.32	6.00	2.35	1.39	-0.75	0.75	0.87	8.37	2.49	2.54
México	75.23	3.53	3.16	3.09	4.27	3.39	2.52	-0.41	2.37	2.35	2.70	1.94	2.63
Estados Unidos Mexicanos	74.85	2.46	2.17	2.31	5.13	2.31	2.06	2.02	1.98	1.94	4.52	2.51	2.67
Zacatecas	74.97	1.32	1.05	1.01	7.97	0.06	0.86	2.57	1.11	2.48	8.42	2.71	2.69
Durango	74.75	1.75	1.45	1.75	8.69	-0.07	1.75	3.02	1.46	1.65	5.87	2.45	2.71
San Luis Potosí	74.53	2.30	1.97	2.07	2.37	2.30	1.70	7.00	1.56	1.68	4.32	2.65	2.72
Morelos	74.61	2.79	2.44	1.99	6.66	2.36	1.86	-1.82	1.86	1.82	6.95	3.06	2.72
Jalisco	72.98	2.44	2.08	2.24	4.72	2.25	1.85	4.98	2.11	2.10	4.47	2.78	2.91
Puebla	72.61	2.89	2.60	2.62	3.00	2.94	2.91	4.46	4.33	1.96	2.59	2.21	2.95
Yucatán	72.27	2.58	2.29	2.48	5.42	2.54	2.55	5.56	2.00	1.96	3.19	2.47	3.00
Tabasco	71.77	2.86	2.48	2.29	5.19	1.81	2.49	0.32	1.45	1.75	9.96	3.38	3.09
Tamaulipas	71.59	3.20	2.84	3.11	8.63	2.66	2.89	0.28	2.24	2.37	3.38	2.52	3.10
Nuevo León	71.33	2.89	2.52	2.63	5.41	2.56	2.51	4.18	2.30	2.98	3.80	2.59	3.12
Guanajuato	71.36	2.57	2.17	2.37	5.70	1.87	1.83	2.48	1.81	1.49	8.88	3.34	3.14
Coahuila de Zaragoza	71.18	2.53	2.17	2.50	6.96	2.32	1.99	3.66	1.88	2.08	5.61	2.93	3.15
Campeche	71.16	1.16	0.78	1.97	11.11	3.20	2.65	2.16	2.53	2.06	4.50	2.82	3.18
Sonora	70.68	2.33	1.98	2.22	8.80	2.41	2.29	1.62	1.96	1.80	6.87	3.23	3.23
Tlaxcala	69.57	3.00	2.83	1.97	7.37	2.81	1.82	2.51	2.80	4.42	4.63	2.84	3.36
Colima	69.28	3.53	3.09	2.82	2.20	3.15	2.26	2.76	2.15	3.68	7.46	4.31	3.40
Hidalgo	69.27	2.55	2.25	2.24	4.00	2.92	1.54	4.87	1.76	1.10	10.58	3.86	3.42
Nayarit	69.16	2.00	1.62	1.18	9.09	1.22	1.50	2.22	1.09	4.66	9.38	4.00	3.45
Chiapas	68.92	2.99	2.64	2.85	7.60	2.13	2.37	2.78	1.98	1.86	7.63	3.24	3.46
Aguascalientes	68.69	3.44	2.84	2.01	4.88	4.17	2.14	7.19	3.35	1.62	3.87	2.80	3.48
Baja California	67.93	4.70	4.28	4.45	5.44	3.84	3.74	1.80	3.79	3.73	0.54	3.12	3.59
Querétaro	64.76	3.82	3.40	3.81	5.50	3.05	2.78	5.79	2.55	2.67	7.22	3.83	4.04
Quintana Roo	57.17	5.91	5.65	5.44	5.73	4.82	4.83	10.30	4.42	4.00	2.40	4.03	5.23
Baja California Sur	55.16	4.08	3.77	2.75	9.75	2.25	5.36	6.21	3.72	4.62	12.72	6.35	5.60

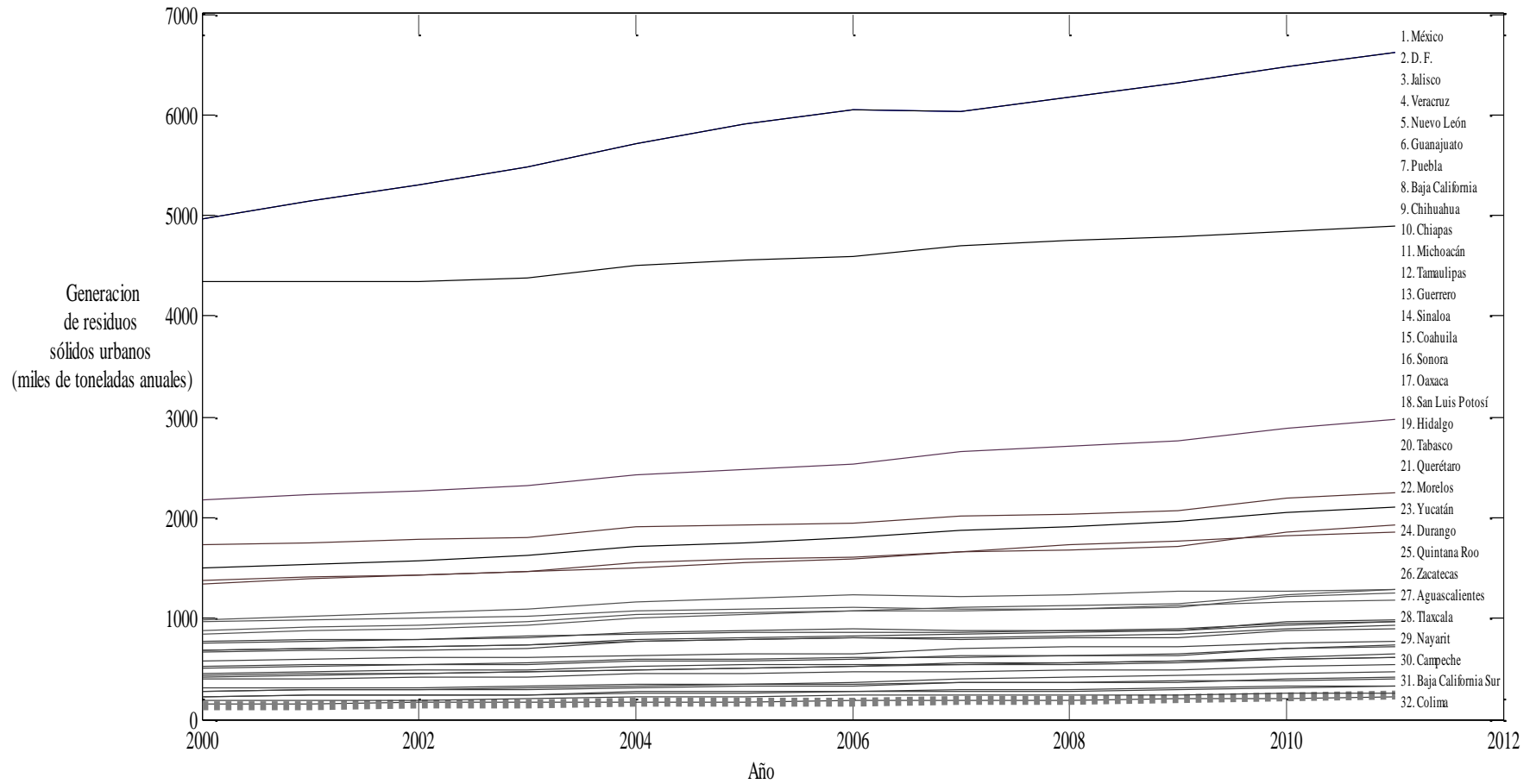


Figura 5. Generación total de residuos sólidos urbanos en los 31 estados de la República y el Distrito Federal (en miles de toneladas anuales) durante el periodo 2000-2011.

Tabla IV. Contribución en la generación total de residuos sólidos urbanos de las 31 entidades del país y el D. F., correspondiente al año 2011, y su relación con la población reportada por INEGI a partir del CNPV, 2010.

	Entidad Federativa	Población total	Densidad poblacional (hab/km ²)	% aportación a población nacional	% aportación generación residuos	Relación aportación generación/población
1	Baja California Sur	637,026	8.6	0.57	0.60	1.05
2	Colima	650,555	115.6	0.58	0.54	0.93
3	Campeche	822,441	14.3	0.73	0.65	0.89
4	Nayarit	1,084,979	38.9	0.97	0.81	0.84
5	Tlaxcala	1,169,936	292.7	1.04	0.80	0.77
6	Aguascalientes	1,184,996	211	1.05	0.98	0.93
7	Quintana Roo	1,325,578	29.7	1.18	1.15	0.97
8	Zacatecas	1,490,668	19.8	1.33	1.01	0.76
9	Durango	1,632,934	13.2	1.45	1.30	0.90
10	Morelos	1,777,227	364.3	1.58	1.50	0.95
11	Querétaro	1,827,937	156.2	1.63	1.56	0.96
12	Yucatán	1,955,577	49.5	1.74	1.48	0.85
13	Tabasco	2,238,603	90.5	1.99	1.77	0.89
14	San Luis Potosí	2,585,518	42.3	2.30	1.89	0.82
15	Sonora	2,662,480	14.8	2.37	2.28	0.96
16	Hidalgo	2,665,018	128	2.37	1.80	0.76
17	Coahuila de Zaragoza	2,748,391	18.1	2.45	2.34	0.96
18	Sinaloa	2,767,761	48.2	2.46	2.36	0.96
19	Baja California	3,155,070	44.2	2.81	3.37	1.20
20	Tamaulipas	3,268,554	40.7	2.91	2.89	0.99
21	Guerrero	3,388,768	53.3	3.02	2.40	0.80
22	Chihuahua	3,406,465	13.8	3.03	3.14	1.03
23	Oaxaca	3,801,962	40.6	3.38	2.19	0.65
24	Michoacán de Ocampo	4,351,037	74.3	3.87	3.04	0.78
25	Nuevo León	4,653,458	72.5	4.14	5.11	1.23
26	Chiapas	4,796,580	65.4	4.27	3.12	0.73
27	Guanajuato	5,486,372	179.3	4.88	4.68	0.96
28	Puebla	5,779,829	168.5	5.15	4.52	0.88
29	Jalisco	7,350,682	93.5	6.54	7.24	1.11
30	Veracruz de Ignacio de la Llave	7,643,194	106.4	6.80	5.48	0.81
31	Distrito Federal	8,851,080	5920.5	7.88	11.91	1.51
32	México	15,175,862	679	13.51	16.10	1.19

2.2.7.1.3 Generación per cápita de residuos sólidos urbanos

La GPC de residuos, es una unidad de medida ampliamente utilizada con fines de comparación entre diferentes estratos socioeconómicos, localidades y países. Esta cifra, indica el uso de los recursos materiales por sus habitantes y el destino que dan a los bienes al ser dispuestos como residuos. Se expresa en kilogramos por habitante al día (kg/hab/día). A pesar de la gran disponibilidad de estudios que reportan cifras sobre la GPC de RSU, la comparación de tales cifras puede resultar muy complicada, puesto que son muchos los factores que modifican la generación de los mismos. En la Tabla V se muestra una comparación de las tasas de GPC de RSU en diferentes ciudades y países del mundo.

En México la variación en la GPC de RSU se hace notable en las distintas regiones, centro, norte, frontera norte, sur y el D. F., respondiendo a la distribución de hábitos de consumo y poder adquisitivo de la población con un comportamiento irregular y tendencia al aumento (Tabla VI) (Medina-Roos y Jiménez-Yanes, 2001).

Tabla V. Comparación en la generación per cápita de residuos sólidos urbanos en México y el mundo.

Localidad	Fecha del estudio (temporalidad)	Universo de trabajo (población)	Tamaño de muestra (hogares)	Promedio de la GPC de RSU (kg/hab/día)	Particularidades	Referencia
Veles, Macedonia	1990 Verano (2002)	55,108	358,100 kg	0.82 1.06 +/- 0.56	7 Camiones al azar (1 semana)	Hristovski <i>et al.</i> (2007)
América Latina	1970 1998 1998			0.2-0.5 0.5-1.2 0.92		Acurio <i>et al.</i> (1998)
México (país)	1950's 2004 2010 2020			0.30 0.90 0.979 1.06		SEDESOL (2004); SEMARNAT (2008); SNIAR (2011).
Zona metropolitana de Guadalajara	Ago.- Oct. (1997)	3,424,883		0.910	Cuatro tiraderos	Bernache <i>et al.</i> (2001)
Estado de México	Nov. (1999)	747,060		0.5773	Hogares y comercios	Hernández Barrios (2000)
Zona metropolitana: Toluca		665,617	270	0.7406	(1 semana)	
Zona urbano-semi rural					Tres diferentes asentamientos	
Tepotzotlán		62,247	286	0.3826		
Zona rural Xalatlaco		19,196	102	0.6086		
Naplusa, Palestina	Jun.-Ago. (2006)	56,092 hog			Ciudad, Villas, campamentos de refugio. % representativos en función de proporción de la población	Al-Khatib <i>et al.</i> (2010)
	2005	169,975		0.82		
	2004	164,864		0.68		
	2003	159,753		1.02		
	2002	154,649		0.75		
Bután (10 ciudades)	Nov. 2007-Ene. 2008	160,000		0.53	Hogares y comercios	Phuntsho <i>et al.</i> , (2009)
Canadá				1.22		Bernache-Pérez <i>et al.</i> (2001)
E. U. A.				1.98		
Alemania				1.15		
Japón				1.22		
Reino Unido				2.42		Kumar (2010)

Tabla VI. Generación estimada de residuos sólidos urbanos en México por zona geográfica. FUENTE: SEMARNAT. SNIARN. Base de datos estadísticos. Módulo de consulta temática. Dimensión ambiental, Residuos Sólidos Urbanos, 2010.

Año	Zona											
	Centro		D.F.		Norte		Frontera Norte		Sur		Total (Nacional)	
	Generación anual (miles de toneladas)	Generación per cápita diaria (kg/hab/día)	Generación anual (miles de toneladas)	Generación per cápita diaria (kg/hab/día)	Generación anual (miles de toneladas)	Generación per cápita diaria (kg/hab/día)	Generación anual (miles de toneladas)	Generación per cápita diaria (kg/hab/día)	Generación anual (miles de toneladas)	Generación per cápita diaria (kg/hab/día)	Generación anual (miles de toneladas)	Generación per cápita diaria (kg/hab/día)
1997	13,996.69	0.78	4,121.77	1.33	6,010.51	0.88	2,201.58	0.95	2,941.87	0.67	29,272.42	0.84
1998	15,498.42	0.84	4,220.94	1.34	5,819.13	0.73	2,040.89	1.36	2,971.29	0.65	30,550.67	0.85
1999	15,658.23	0.83	4,350.69	1.36	5,859.90	0.72	2,081.48	1.35	3,001.99	0.63	30,952.30	0.84
2000	15,356.96	0.83	4,350.69	1.39	5,568.74	0.83	2,470.75	0.93	2,986.13	0.66	30,733.26	0.86
2001	15,789.11	0.84	4,350.69	1.38	5,694.64	0.85	2,579.60	0.94	3,074.45	0.67	31,488.48	0.87
2002	16,179.32	0.85	4,350.69	1.38	5,802.75	0.85	2,683.47	0.95	3,157.38	0.67	32,173.61	0.88
2003	16,581.95	0.86	4,380.00	1.38	5,923.28	0.86	2,792.92	0.96	3,237.55	0.68	32,915.70	0.89
2004	17,359.40	0.87	4,500.45	1.40	6,326.55	0.88	2,966.36	0.97	3,449.25	0.69	34,604.00	0.90
2005	17,801.05	0.88	4,562.50	1.41	3,914.63	0.77	5,593.63	1.05	3,533.20	0.70	35,405.00	0.91
2006	18,167.88	0.89	4,599.00	1.43	3,985.07	0.78	5,760.43	1.06	3,622.63	0.71	36,135.00	0.92
2007	18,549.30	0.93	4,650.10	1.44	4,049.68	0.82	5,914.83	1.10	3,701.10	0.73	36,865.00	0.96
2008	18,901.53	0.94	4,745.00	1.47	3,926.67	0.85	6,229.46	1.07	3,792.35	0.74	37,595.00	0.97
2009	19,268.35	0.95	4,781.50	1.48	4,008.43	0.86	6,401.37	1.08	3,865.35	0.75	38,325.00	0.98
2010	20,270.28	0.95	4,836.25	1.50	10,827.73	0.99	6,570.00	1.08	4,124.50	0.76	40,058.75	0.98
2011	20,794.05	0.96	4,891.00	-	4,250.42	0.76	6,748.85	1.09	4,250.42	0.76	41,062.50	0.99

2.2.7.1.4 Generación per cápita de residuos sólidos domésticos

La mayoría de las investigaciones en relación a la determinación de la GPC de residuos están enfocados en los residuos de tipo doméstico, debido a que las fuentes generadoras no domésticas presentan un vacío en cuanto a su clasificación y a los procedimientos aplicables para obtener parámetros o índices representativos (Aviña-Hernández, 2011). Además la generación de residuos domiciliarios son más representativos, al constituir aproximadamente más de la mitad de la generación total de residuos, con porcentajes de generación alrededor del 55 al 80 % en zonas urbanas (Bernache-Pérez, 2006).

Al igual que las cifras de GPC de RSU, las cifras de generación de RSD, pueden presentar dificultades para su comparación debido a variaciones en su composición respecto al tiempo, la fecha de realización de los estudios, así como la técnica o metodología empleada para la toma de muestras la cual puede ser en la fuente (casa por casa), o directamente de los camiones para su recolección y transporte (Taboada-González *et al.*, 2010), este último método en particular se dificulta en localidades con climas extremos, donde las condiciones climáticas sobre todo de tipo calurosas o húmedas, modifican las propiedades de los residuos durante su transportación (Abu-Qdais *et al.*, 1997).

A la fecha, los principales estudios realizados en México para la determinación de la GPC de RSD han dividido a la población en tres estratos socioeconómicos. Esta reducción en el número de estratos probablemente sea una consecuencia de la practicidad del método y a que este número de fracciones es el que establecen como primera opción las Normas Mexicanas (Restrepo y Phillips, 1985; Esquinca *et al.*, 1997; Bernache-Pérez, 2003; Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Ojeda-Benítez, 2008; Aguilar-Virgen, 2010; SEMARNAT, 2011).

La referencia de estudios previos en México y otros países en relación a la determinación de la GPC de RSD se resumen en la Tabla VII.

Tabla VII. Comparación en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en México y el mundo.

Localidad	Fecha del estudio (temporalidad)	Universo de trabajo (población)	Tamaño de muestra (hogares)	Promedio de la GPC de RSD (kg/hab/día)	Particularidades	Referencia
México, D. F.	1980	9,370,749		0.392 - 0.443	División en cinco estratos socioeconómicos	Restrepo y Phillips (1985)
Hermosillo, Sonora	1995			0.492		Bernache <i>et al.</i> (2001)
Culiacán, Sinaloa	1995			0.598		Gaxiola Camacho (1999) Com. Pers. Bernache <i>et al.</i> (2001)
Chiapas	1995	119,468	347	0.3996	Tres estratos socioeconómicos	Esquinca <i>et al.</i> , 1997
Huixtla		29,392	91	0.4194	Hogares al azar	
Mapastepec		16,090	66	0.3718	(≈ 30 muestras/estrato)	
Arriaga		23,800	65	0.3644	1. Alto: > 10 S. M.	
Tonalá		34,682	62	0.476	2. Intermedio: 2 a 10 S. M.	
Pijijiapan		15,504	63	0.3664	3. Bajo: hasta 2 S. M.	
Mexicali, B.C.	1995			0.592		Gaxiola Camacho (1995)
Ato				0.562		Ojeda Benitez <i>et al.</i> (2003)
Intermedio				0.507		
Bajo				0.434		
Zona metropolitana de Guadalajara	Diciembre (1997)	3,424,883	300	0.508	Casas	Bernache <i>et al.</i> (2001)
Estado de México	Nov. (1999)	747,060	658	0.3405	Tres estratos socioeconómicos	Hernández Barrios (2000)
Toluca (Z. M.)	1 semana	665,617	270	0.3429	Hogares al azar	
Tepotztlán (Z. U. - SEMI R.)		62,247	286	0.2525		
Xalatlaco (Z. R.)		19,196	102	0.426		
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas	2001		204	0.518	Tres estratos socioeconómicos	Escamirosa <i>et al.</i> (2001)
Alto: > 10 S. M.			35	0.707	Hogares al azar	
Intermedio: 2- 10 S. M.			120	0.451		
Bajo: hasta 2 S. M.			49	0.396		
Mexicali, B.C.	Mayo-Junio (1999)	1,598 hog	160	0.592	Hogares al azar	Ojeda Benitez <i>et al.</i> (2003)
1. etapa	Marzo-Abril (2000)	10%	54			
2. etapa			69			
Morelia, Michoacán	2004	510,463	284	0.676	Tres estratos socioeconómicos	Buenrostro Delgado (2004)
Alto	(1 semana)		98		Hogares al azar	
Intermedio			106			
Bajo			80			
Xalapa, Veracruz					Tres estratos socioeconómicos	Argüelles <i>et al.</i> (2006)
Medio-alto				0.6669	Hogares al azar	
Medio-bajo				0.4826		

Tabla VII (continuación). Comparación en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en México y el mundo.

Localidad	Fecha del estudio (temporalidad)	Universo de trabajo (población)	Tamaño de muestra (hogares)	Promedio de la GPC de RSD (kg/hab/día)	Particularidades	Referencia
Mexicali, B.C.	Enero-Abril, 2004		174	1.01	Tres estratos socioeconómicos	Ojeda Benítez (2008)
Alto: > 5 S. M.	27 días (9 días/estrato)		45	1.11	Hogares al azar	
Intermedio: 3 a 5 S. M.			88	1.04	(27 días, 9 días por estrato)	
Bajo: 1 a 2 S. M.			41	0.87		
Chihuahua, Chihuahua		758,791 hab	426	0.676	Tres estratos socioeconómicos	Gómez Méndez (2009)
Alto: > 5 S. M.	Abril, 2006	194,562 hog	115	0.637	Tres épocas del año	Gómez Méndez <i>et al.</i> (2008)
Intermedio: 2 a 5 S. M.	Agosto, 2006		156	0.634		
Bajo: 1 a 2 S. M.	Enero, 2007		155	0.523		
Bután (10 ciudades)	Nov (2007)-Ene (2008)	160,000	1,149	0.25	Selección de hogares al azar	Phuntsho <i>et al.</i> (2009)
				0.18-0.36		
Tepic, Nayarit	2009	350,000		0.539		Saldaña Durán (2009)
Ensenada, B.C.	Feb (2009) - Ene (2010)	260,075		0.958 +- 0.332	Tres estratos socioeconómicos. Toma de muestras (100 kg) a partir de camiones recolectores en estaciones de transferencia durante cinco días consecutivos.	Aguilar Virgen <i>et al.</i> (2010)
Tijuana, B. C.	Temporada invernal		120	0.814	Tres estratos socioeconómicos	De la Parra-Rentería <i>et al.</i> (2010)
Alto:	22 -30 Nov (2009)			0.8246	Hogares al azar	
Intermedio:	24 Ene - 01 Feb (2010)			0.7989		
Bajo:	07 - 15 Feb (2010)			0.8152		
Ensenada, B. C. (urbana)	Junio (2009)	260,075		0.979 +- 0.393	Tres comunidades, 1 temporada	Taboada González <i>et al.</i> (2011)
San Quintín, B.C. (rural)		19,800		0.732 +- 0.077	Tres estratos en Ensenada	Armijo de Vega <i>et al.</i> (2009)
Vicente Guerrero (rural)		10,632		0.631 +- 0.345	Toma de muestras (100 kg) a partir de camiones recolectores en 5 días consecutivos	
Chetumal, Quintana Roo	2011	176,675	No menciona	0.787	Siete comunidades	Guevara Franco y Flores Castillo (2011)
1. Chetumal		121,602			No menciona tipo de muestra (1 semana)	
2. Bacalar		9,833				
3. Tulum		14,790				
4. Javier Rojo Gómez		2,934				
5. Laguna Guerrero		535				
6. Felipe Carrillo		25,744				
7. Islas Holbox		1,237				

2.2.7.1.5 Caracterización de residuos sólidos urbanos y domésticos

Como caracterización de residuos, se entiende a la determinación del porcentaje en peso que corresponde a cada una de las fracciones que contienen los residuos.

En diversos estudios realizados en México, se ha podido observar que la composición porcentual en peso de los residuos ha venido presentando algunos cambios. Esta tendencia generalizada incluso a nivel global, tiene una tendencia al incremento de la fracción de residuos inorgánicos, reduciéndose por tanto la proporción de residuos orgánicos (aunque esta última sigue siendo la fracción más importante en peso) (Hernández-Barrios, 2003; SEMARNAT, 2003; Gutiérrez-Avedoy, 2006).

En México por ejemplo, el INE reportó que durante los años 50's la fracción en peso de residuos orgánicos era entre el 65 y 70 %, mientras que actualmente se estima varía entre el 50 y 55 % (Gutiérrez-Avedoy, 2006). Este cambio en la composición de los residuos está provocando una transición, pasando de ser densos y casi completamente orgánicos a voluminosos y crecientemente no biodegradables, es decir, con una mayor proporción de materiales de lenta descomposición (Hernández-Barrios, 2003; SEMARNAT, 2003). Es precisamente esta última característica la que alberga consecuencias y retos particulares, asociados al tiempo de degradación de los mismos, aunado a características particulares como el volumen, puesto que el incremento en la generación total de residuos también implica el manejo de mayores cantidades (Gutiérrez-Avedoy, 2006).

En México, la evolución en la generación de RSU en sus diferentes clasificaciones desde 1992, se encuentra reportado por SEMARNAT-SNIAR (2010) (Tabla VIII).

Transformando los datos de la Tabla VIII, se puede observar con mayor claridad la composición porcentual de los RSU generados en México en la Tabla IX.

Tabla VIII. Generación por tipo de residuos sólidos urbanos en México (en miles de toneladas), durante los periodos anuales 1992-2010. Fuente: SEMARNAT. SNIARN (Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales. Base de datos estadísticos). Módulo de consulta temática. Dimensión ambiental, Residuos Sólidos Urbanos, 2010.

Generación estimada de residuos sólidos urbanos por tipo de residuo (miles de toneladas)										
Año	Papel y cartón y	Plásticos	Vidrio	Metales			Textiles	Materia orgánica (jardín y cocina)	Otros (pañales, residuos finos, etc.)	TOTAL
	productos de papel			Total metales	Aluminio	Ferrosos				
1992	3,090.83	962.18	1,296.03	635.96			327.32	11,511.97	4,143.17	21,967.46
1993	3,952.20	1,230.32	1,657.28	814.60			418.53	14,718.92	5,297.69	28,089.54
1994	4,146.77	1,290.89	1,738.87	854.70			439.14	15,443.56	5,558.50	29,472.43
1995	4,292.70	1,336.32	1,800.07	884.78	488.15	245.60	151.02	15,987.04	5,754.11	30,509.61
1996	4,496.69	1,399.82	1,885.62	926.82	511.35	257.27	158.20	16,746.73	6,027.54	31,959.42
1997	4,118.63	1,282.13	1,727.07	848.90	468.36	253.64	144.90	15,338.75	5,520.78	29,272.42
1998	4,298.46	1,338.11	1,802.48	885.96	488.81	245.93	151.22	16,008.46	5,761.82	30,550.49
1999	4,354.95	1,355.70	1,826.17	897.61	495.23	249.16	153.21	16,218.85	5,837.55	30,952.01
2000	4,324.13	1,346.11	1,823.25	891.26	491.73	247.40	152.13	16,104.09	5,796.24	30,743.00
2001	4,430.44	1,379.20	1,857.82	913.17	503.82	253.48	155.87	16,500.00	5,938.74	31,488.55
2002	4,526.83	1,409.20	1,898.24	933.03	514.78	259.00	159.26	16,858.97	6,067.94	32,173.60
2003	4,904.50	2,014.40	2,156.00	1,046.70	586.15	282.61	177.94	16,592.80	5,704.30	32,915.70
2004	5,160.00	2,115.80	2,210.00	1,160.00	606.00	329.00	225.00	17,440.80	5,995.80	34,602.50
2005	5,275.00	2,161.80	2,262.00	1,186.10	620.00	336.10	230.00	17,968.00	6,022.00	35,404.90
2006	5,388.00	2,208.00	2,309.00	1,210.00	633.00	343.00	234.00	18,335.00	6,143.00	36,135.00
2007	5,489.30	2,223.00	2,341.00	1,298.00	650.00	410.00	238.00	18,576.00	6,385.70	36,865.00
2008	5,199.40	4,094.10	2,210.60	1,293.20	650.40	407.50	235.30	19,707.30	4,552.80	37,595.00
2009	5,300.40	4,173.60	2,253.50	1,318.30	663.00	415.40	239.90	20,090.00	4,641.20	38,325.00
2010	5,540.20	4,362.40	2,355.50	1,377.90	693.00	434.20	250.70	20,998.80	4,851.20	40,058.80

Tabla IX. Composición porcentual de residuos sólidos urbanos en México durante los periodos anuales 1992-2010.

Modificación de la Tabla VIII.

Caracterización porcentual estimada de residuos sólidos urbanos generados en México durante el periodo 1992-2010											
Año	Papel y cartón y productos de papel	Plásticos	Vidrio	Metales			Textiles	Materia orgánica (jardín y cocina)	Otros (pañales, residuos finos, etc.)	TOTAL	
				Total metales	Aluminio	Ferrosos					No ferrosos
1992	14.07	4.38	5.90	2.90				1.49	52.40	18.86	100.00
1993	14.07	4.38	5.90	2.90				1.49	52.40	18.86	100.00
1994	14.07	4.38	5.90	2.90				1.49	52.40	18.86	100.00
1995	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.80	0.49	1.49	52.40	18.86	100.00
1996	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.80	0.50	1.49	52.40	18.86	100.00
1997	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.87	0.50	1.49	52.40	18.86	100.00
1998	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.80	0.49	1.49	52.40	18.86	100.00
1999	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.80	0.49	1.49	52.40	18.86	100.00
2000	14.07	4.38	5.93	2.90	1.60	0.80	0.49	1.49	52.38	18.85	100.00
2001	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.80	0.50	1.49	52.40	18.86	100.00
2002	14.07	4.38	5.90	2.90	1.60	0.81	0.50	1.49	52.40	18.86	100.00
2003	14.90	6.12	6.55	3.18	1.78	0.86	0.54	1.51	50.41	17.33	100.00
2004	14.91	6.11	6.39	3.35	1.75	0.95	0.65	1.50	50.40	17.33	100.00
2005	14.90	6.11	6.39	3.35	1.75	0.95	0.65	1.50	50.75	17.01	100.00
2006	14.91	6.11	6.39	3.35	1.75	0.95	0.65	1.50	50.74	17.00	100.00
2007	14.89	6.03	6.35	3.52	1.76	1.11	0.65	1.50	50.39	17.32	100.00
2008	13.83	10.89	5.88	3.44	1.73	1.08	0.63	1.43	52.42	12.11	100.00
2009	13.83	10.89	5.88	3.44	1.73	1.08	0.63	1.43	52.42	12.11	100.00
2010	13.83	10.89	5.88	3.44	1.73	1.08	0.63	1.43	52.42	12.11	100.00

Hasta 2010, el papel, cartón y otros productos derivados constituyen en México cerca del 13.83 %, con una tendencia en decremento en su generación, puesto que en 1992 se reportaba una generación porcentual cercana al 14.07 %; en cambio los plásticos constituyen hasta 2010 cerca del 10.89 %, los cuales han venido presentando un incremento, ya que en un inicio (1992) sólo representaban el 4.38 % en peso de los RSU; el vidrio, no ha presentado cambios marcados en su generación, manteniéndose alrededor del 6 % durante los últimos 18 años. Los metales hasta 2010 representaban cerca del 3.44 % (1.73 % aluminio, 1.08 % ferrosos y 0.63 % no ferrosos) presentando un ligero incremento del 1 % desde 1992; los textiles mantienen una tendencia estable, con una generación en peso del 1.5 %; los residuos orgánicos en 2010 constituyen cerca del 52.42 %, esta cifra se ha mantenido estable ya que en 1992 fue de 52.40 %; por otra parte la composición porcentual en peso de los residuos textiles ha disminuido en un 6.75 % desde 1992 con el 18.86 % hasta 2010 con el 12.11 %.

De acuerdo con un estudio de caracterización reportado por SEMARNAT (2007), los residuos orgánicos constituyen la fracción mayoritaria en peso con un 53 %, dentro de los cuales los residuos de jardinería oscilan del 3 al 10 %, en función del nivel de desarrollo industrial y comercial de la localidad; los residuos potencialmente reciclables ocupan cerca del 28 % , de los cuales el papel y cartón representan cerca del 14 % (entre el 8 y 10 % corresponde al papel y entre el 4 y 6 % a cartón - SEMARNAP (1997)); el vidrio 6 %, plástico 4 %, hojalata 3 % y textiles 1 %); y el resto considerados como basura constituyen el 19 %, incluyendo madera, cuero, hule, trapo, fibras diversas y materiales parcialmente reciclables aunque con mayor grado de dificultad (SEMARNAT, 2003; De Luca y Rosso, 2006; Gutiérrez-Avedoy, 2006; SEDESOL, 2007).

Además de los estudios a nivel nacional, también se tienen investigaciones a nivel local por parte del sector académico (Tabla X).

Tabla X. Comparación de la generación por tipo de residuos sólidos urbanos en diversos estudios realizados en México y el mundo (reportado como composición porcentual).

Localidad (estrato)	Fecha del estudio (temporalidad)	Caracterización porcentual de residuos							Referencias	
		Orgánicos	Inorgánicos					No reciclables (otros)		Tóxicos
			Reciclables							
			Papel y cartón	Plástico	Vidrio	Metales	Textiles			
México, D. F.	1980								Restrepo y Phillips (1985)	
<1 S. M.		46.2	17	5.1	7.7	1.9	6	15.7		
1 - 3 S. M.		50.8	16	4.7	8.3	2.4	6.5	10.9		
4 - 7 S. M.		48.5	16.2	5.9	8.3	2.3	8.1	10.5		
8 - 11 S. M.		55.3	16.1	6.1	10.3	2.9	4	4.9		
>11 S. M.		44.9	19.2	6.5	14.8	4.4	4.8	5.1		
Chiapas	1995								Esquinca <i>et al.</i> (1997)	
Huixtla		82.17	2.6	3.62	1.56	0.71		4.6	4.64	
Mapastepec		61.62	4.84	8.12	3.95	3.37		13.89	4.21	
Arriaga		70.93	7.06	5.06	7.32	2.75		6.86	0.01	
Tonalá		62.92	5.04	6.28	6.81	2.98		11.36	4.61	
Pijijiapan		45.62	12.39	9.49	1.41	2.89		27.1	1.09	
Guadalajara, Jal.	Dic (1997)	52.9	10.5	9.2	4.1	1.5		21.8	Bernache-Pérez <i>et al.</i> (2001)	
Mexicali, B. C.	May-Jun (1999) Mar-Abr (2000)	46.3	12.4	7.11	4.2	3	3.9	22.89	Ojeda-Benitez <i>et al.</i> (2003)	
Mexicali, B. C.	Ene-Abr (2004)								Ojeda-Benitez (2008)	
Alto: > 5 S. M.	27 días	66.37	15.84	2.85	0.75	0.63	0.73	12.83		
Intermedio: 3 a 5 S. M.	(9 días/estrato)	63.48	9.83	1.98	0.58	0.78	4.37	18.98		
Bajo: 1 a 2 S. M.		60.81	6.74	2.06	0.33	0.03	10.49	19.54		
Morelia, Michoacán	2004	55.76	9.41	4.41	2.43	0.88	1.17	25.94	Buenrostro-Delgado (2004)	
Alto		53.88	13.73	5.04	2.73	1.22	0.69	22.71		
Intermedio		61.54	8.43	4.04	2.26	0.87	1.07	21.79		
Bajo		51.88	6.08	4.17	2.3	0.56	1.78	33.23		
Chihuahua, Chihuahua	Abr (2006)-Ene(2007)	47	17	13	3	5		15	Gómez-Méndez (2009)	
México (país)	2007	53	14	4	6	3	1	19	SEMARNAT (2007)	
Bután	Nov (2007) - Ene (2008)	58	17	13	3.7	0.7		2.6	Phuntsho <i>et al.</i> (2009)	
Ensenada, B. C.	Feb (2009) - Ene (2010)	37.74	22.49	12.53	3.8	2.68	6.58	14.18	Aguilar-Virgen <i>et al.</i> (2010)	
Alto		43.1	23.71	12.19	4.29	3.41	3.23	10.07		
Medio		36.94	19.94	12.41	4.46	2.62	7.35	16.28		
Bajo		32.66	23.77	13.01	2.58	1.96	9.51	16.51		
Tijuana, B.C.	Temporada invernal 2009-2010								De la Parra-Rentería <i>et al.</i> (2010)	
Alto		31.68	15.46	11.43	3.29		3.29	34.85		
Intermedio		29.67	12.41	11.4	5.36		5.36	35.8		
Bajo		35.71	7.34	10.68	4.69		4.69	36.89		
Ensenada, B. C. (urbana)	Jun (2009)	44.78	21.59	12.12	5.24	2.11	5.84	7.87	0.45	
San Quintín, B.C. (rural)		37.17	16.47	15.95	2.57	2.39	10.78	14.54	0.13	
Vicente Guerrero (rural)		40.02	15.98	15.99	3.46	2.09	5.59	16.21	0.66	

2.2.7.1.6 Densidad de residuos sólidos urbanos y domésticos

La determinación de la densidad de los residuos es un parámetro de gran importancia para la planificación y diseño de la infraestructura para el MRSU. La determinación del peso volumétrico generalmente se lleva a cabo durante la caracterización de los mismos. Esta información resulta útil en etapas posteriores de manejo, ya que conociendo la cantidad total en toneladas de RSU generados, se puede determinar el número de unidades necesarias para efectuar una recolección y transporte fraccionados en función de su capacidad, además sirve de base para proyectar las necesidades espaciales en los sitios de disposición final de residuos o las posibilidades de aprovechamiento de los mismos.

Algunos de los estudios más importantes en México y el mundo que han incluido la determinación de la densidad de los residuos ya sea en una o varias fracciones se resumen en la Tabla XI.

2.2.7.2 Pre- recolección

La pre-recolección, incluye acciones de manipulación, separación, almacenamiento temporal, y reutilización por parte de los propios generadores (Ferrer *et al.*, 1997).

2.2.7.2.1 Modelos de pre-recolección según el grado de fraccionamiento de los residuos

Las dos estrategias de manejo de residuos que pueden adoptarse para la pre-recolección son la fraccionada y en masa, en esta última opción, conocida también como fraccionamiento grado cero o todo en uno, no requiere una separación previa, es decir, todos los residuos se mezclan. En cambio, la pre-recolección fraccionada incluye un alto grado de separación específica mediante la obtención desde dos, tres, hasta cinco, siete, e incluso más fracciones.

Tabla XI. Comparación de la densidad de residuos sólidos urbanos en diversos estudios realizados en México y el mundo.

Localidad	Fecha del estudio	Densidad (kg/m ³)			Residuos orgánicos	Referencia
		En masa		Residuos orgánicos		
		Sin compactación	Compactados en camión			
Países latinoamericanos		125.00 a 250.00	375-550	700-1,000		Acurio <i>et al.</i> (1998)
Asunción	1993	180.00				
Buenos Aires		250.00				
Ciudad de Guatemala	1991	240.00				
México, D. F.	1996	245.00				
Montevideo	1995	200.00				
Río de Janeiro	1990	190.00 a 250.00				
Santa Cruz, Bolivia	1990	160.00				
Chiapas	1997	155.98				Esquinca Cano <i>et al.</i> (1997)
Huixtla		187.10				
Mapastepec		182.85				
Arriaga		117.35				
Tonalá		155.26				
Pijijiapan		137.35				
Estado de México	Noviembre (1999)	114.45				Hernández Barrios (2000)
Tepotztlán (semi-rural)		107.21				
Alto		123.55				
Intermedio		134.11				
Bajo		75.98				
Comercios		95.19				
Toluca (urbano)		121.69				
Alto		143.26				
Intermedio		108.95				
Bajo		171.25				
Comercios		63.29				
Mexicali, B. C.		255.20				Ojeda <i>et al.</i> (2000)
Michoacán y Querétaro		160.90				Buenrostro Delgado y Bocco (2003)
cuenca de Cuitzeo		72.50 a 350.00				
México (país)				750.00		Armijo de Vega (2006)
México (país)		170.00 a 330.00				SEDESOL (2007)
Veles, Macedonia	Verano (2002)	140.50	223.00			Hristovski <i>et al.</i> (2007)
Bután	Nov (07)- Ene (08)	160.00	300.00 a 400.00			Phuntsho <i>et al.</i> (2009)
Castellón de la Plana, España		200.00 a 500.00			116.35	Gallardo (2009)

- **Pre-recolección en masa**

En este tipo de pre-recolección, la totalidad de los residuos se vacían en un solo contenedor. Junto con el sistema de recolección y transporte en masa constituye la forma más común de manejo de los residuos puesto que no requiere cambios en los hábitos de los generadores.

El inconveniente de esta forma de pre-recolección es que provoca que los residuos se mezclen entre sí, contaminándose y generando malos olores. Además de que se reduce el interés por rescatarlos ya que se encuentran en condiciones inadecuadas y provoca dificultades para su aprovechamiento (Padilla-Massieu, 1992; Ojeda-Benítez *et al.*, 2000).

Cuando la pre-recolección se efectúa en masa, los proyectos más usuales de aprovechamiento son las plantas clasificadoras, que pueden ser muy sencillas o sofisticadas, esto va a depender de las necesidades del mercado y la cantidad de recursos disponibles (SEDESOL, 2007).

- **Pre-recolección selectiva o fraccionada**

La pre-recolección fraccionada involucra la separación en la fuente de los residuos en dos o más fracciones. Esta forma de pre-recolección constituye el primer paso para el manejo integral de los mismos (Barrietos, 2010). De acuerdo con Sánchez-Olguín (2007) el mejor lugar para efectuar la pre-recolección fraccionada de los residuos es en la fuente, es decir, en el punto mismo de origen.

Uno de los objetivos fundamentales de la separación de residuos será obtenerlos con un alto grado de calidad y de la forma más eficiente posible. Es sabido que mientras más simple sea el sistema, mayor será la participación de los habitantes, por lo que la estrategia seleccionada idealmente debe facilitar la rápida adaptación al servicio regular de recolección de residuos (SEDESOL, 2007).

Si esta práctica se combina con una estrategia que dé continuidad a la separación de los residuos en el resto de las etapas de manejo, se reduce la contaminación de los mismos, se incrementa su calidad y la posibilidad de obtener el máximo precio de compra en el

mercado para los residuos reciclables (SEDESOL, 2007). Asimismo, de manera indirecta se incrementa la vida útil de los sitios de disposición final, ya que ayuda a evitar que todos los residuos se conviertan en basura, (Medina-Roos *et al.*, 2001); además de que también puede aportar sustento económico a sectores de bajo estratos sociales, al que pertenecen la mayoría de los pepenadores, por la venta de los residuos ya clasificados (Rodríguez-Lepure, 2008).

- **Pre-recolección en dos fracciones**
- **Residuos orgánicos e inorgánicos**

Diseñado principalmente para el compostaje y para aumentar la calidad de los residuos destinados al reciclaje. La separación de residuos orgánicos tiene sentido sólo si hay posibilidades de realizar compostaje o bio-gasificación y si el producto tiene mercado. La separación de residuos orgánicos casi siempre genera el mayor rechazo en comparación al resto de las fracciones, debido a que no pueden almacenarse por largos periodos, esto es porque inicia rápidamente en estos un proceso de descomposición, degradación o putrefacción que modifica fuertemente su apariencia, consistencia, composición y se acompaña de olores desagradables, y generación de lixiviados que atraen organismos indeseables (moscas, cucarachas, hormigas, gatos, ratones, entre otros).

La LGPGIR (2003) en su artículo 5, incisos 38 y 39, define a esta separación como separación primaria, aplicable tanto para los RSU como los RME. La separación secundaria también contempla dos fracciones, una de residuos inorgánicos y la otra de residuos susceptibles a ser valorizados, sin embargo esta última clasificación queda abierta a interpretaciones y puede resultar confusa, puesto que los residuos inorgánicos incluyen a la gran mayoría de residuos susceptibles a aprovechamiento (papel, cartón, plástico, vidrio, metales), aunque también incluye una fracción de residuos considerados como basura, por la complejidad que implica su aprovechamiento a nivel industrial; sin embargo al hacer referencia a la fracción de residuos susceptibles a ser valorizados, se pueden incluir igualmente los residuos inorgánicos reciclables, así como los residuos orgánicos

reciclables. De tal forma que resulta difícil definir en qué grupo se debe o puede incluir a los principales grupos de residuos identificables a partir de los RSU.

- **Residuos inorgánicos reciclables y en masa**

Diseñado con el objetivo de extraer de los residuos la mayor cantidad de residuos reciclables con una calidad elevada; si se quiere establecer una estrategia de pre-recolección en estas dos fracciones se debe tomar en cuenta que debe existir un mercado para los reciclables, o fundamentos jurídicos como programas de reciclaje establecidos por leyes locales o que el público demande que el municipio instaure estos programas, de lo contrario, la mejor manera de realizar la recolección de los residuos es en masa (SEDESOL, 2007).

- **Residuos inertes y residuos combustibles**

Diseñado para la incineración. Los residuos inertes se constituyen por latas metálicas, vidrio, porcelana, etc. Mientras que los residuos combustibles están formados principalmente por materia orgánica (Ferrer *et al.*, 1997).

o **Pre-recolección en tres fracciones**

Este tipo de recolección es más costosa que la pre-recolección en una o dos fracciones, tanto para el gestor de recolección, y más complicada para los ciudadanos. La finalidad es obtener una fracción de residuos orgánicos, otra de residuos reciclables que estén lo más limpio posibles y un resto formado por aquellos residuos que no pertenezcan a las dos clasificaciones anteriores.

o **Separación específica**

En este caso hay una fracción de residuos en masa y varias fracciones mono-material: los altamente tóxicos (por ejemplo, pilas y medicamentos) y residuos reciclables como el vidrio, metal, cartón y papel, residuos orgánicos, plástico, juguetes, ropa, entre otros. Sólo será recomendable separar el grupo de residuos reciclables en más fracciones si esto incrementa los ingresos.

2.2.7.2.2 Modelos de pre-recolección según el método de almacenamiento temporal de los residuos sólidos urbanos

Existen dos tipos almacenamiento temporal en función de las distancia a recorrer por los ciudadanos, los sistemas a distancia y en acera (en el idioma ingles conocidos también como sistemas bring y kerbside, respectivamente). En el sistema a distancia los usuarios están obligados a recorrer un trayecto relativamente mayor hasta un punto de almacenamiento temporal de residuos. En cambio en el sistema en acera los usuarios depositan sus residuos al pie de su casa previo a que se efectué el servicio de recolección de residuos (Ferrer *et al.*, 1997). Entre estos dos polos existe una gama amplia de métodos:

- **Sistemas en acera**
 - ***Sistema puerta a puerta (PAP)***

En el sistema PAP los generadores tienen la obligación de colocar los contenedores en la puerta de cada vivienda o edificio, patio interior o zona accesible en tiempo y forma, es decir apegados a la frecuencia semanal y horario programados, con el fin de evitar la acumulación o dispersión de residuos a consecuencia de fauna nociva o condiciones ambientales como el viento y lluvia. Los operarios del servicio de recolección tienen la obligación de recorrer PAP, acumulando la totalidad de los residuos. Este sistema es considerado como el más cómodo desde el punto de vista del ciudadano, ya que la distancia que tiene que recorrer es mínima, sin embargo es el más costoso para los gestores del servicio de recolección. El esfuerzo de carga para los trabajadores, de preferencia no debe excederse por el uso de cilindros de más de 200 L de capacidad (Acurio *et al.*, 1998).

- **Llamada previa o cita previamente acordada**

Los residuos se almacenan en el interior de las instalaciones, y son recolectados por un servicio particular especializado una vez que los generadores hayan solicitado sus servicios mediante una llamada telefónica.

- **Sistemas a distancia**
 - **Sistema en acera o recolección en contendor**

En inglés, street site containers o curbside collection, es un tipo de depósito a nivel de calle. Los puntos de depósito ya no se ubican puerta a puerta sino cada 50-60 m, en áreas cercanas al punto de generación, a una distancia equivalente para la mayoría de los generadores. Son los ciudadanos los que tienen que recorrer un tramo más largo hasta los puntos de almacenamiento temporal; generalmente la aceptación es buena, siempre y cuando las distancias a recorrer por los ciudadanos no sean muy grandes. Este sistema es conveniente para disminuir los costos para el sistema de recolección sobre todo en ciudades con alta densidad poblacional, o cuando no es posible que los vehículos recolectores accedan con facilidad a ciertos sectores hasta un nivel de PAP. Los problemas que suelen presentar son la acumulación de residuos y generación de tiraderos irregulares por un mal manejo de los puntos de almacenamiento temporal (Rodríguez-Lepure, 2008).

- **Sistema en áreas de aportación**

Por sus siglas en español AA, o en inglés “bring system/drop-off”, es también un tipo de depósito a nivel de calle. Los puntos de recolección se sitúan a distancias mayores (entre los 100 y 400 m) en contenedores con capacidad entre 2.5 y 3 m³. La ventaja de este sistema es que disminuye los costos de manejo. Sin embargo el sistema requiere de una gran disponibilidad de los ciudadanos para que acepten recorrer mayores distancias. Generalmente los operarios de recolección no cargan el contenedor, sino que se limitan a engancharlo al camión para su vaciado en el camión.

- **Depósito a nivel de instalación**

Los puntos de depósito se sitúan en instalaciones alejadas de la zona residencial. A estas instalaciones se les denomina puntos limpios, eco-parques, centros de acopio, o centros de recuperación y reciclaje y están preparados para la recolección selectiva de todo tipo de residuos, especialmente aquellos que no se recolectan a otros niveles. Ayudan a evitar la generación de tiraderos irregulares, ya que los ciudadanos entregan en estos sitios los residuos que no han sido aceptados en otras instalaciones oficiales.

- **Deposito a nivel de establecimiento**

Existen establecimientos que colaboran en la recolección selectiva de algunos residuos, especialmente los peligrosos como pilas, focos, lámparas o medicamentos.

2.2.7.2.3 Factores a considerar durante la selección de un método de pre-recolección fraccionado

La selección de un método de pre-recolección involucra la determinación del número de fracciones, así como el diseño y otras especificaciones para los contenedores y la logística de manejo de los residuos. El objetivo es hacer la separación de residuos lo más sencilla y cómoda posible (Vázquez-Esquivel, 2011). Para los contenedores por ejemplo se deben definir su diseño, tamaño, forma, color, procurando el ahorro de espacio, también deben ser agradables o atractivos a la vista para los generadores, de fácil limpieza, evitar problemas para su descarga y la formación de malos olores, ya sea mediante el uso de tapaderas, lavado periódico, etc. La recomendación de Maldonado (2006) es que los recipientes contenedores de residuos se rotulen indicando su contenido. Importante también resultará determinar la mejor localización de los contenedores para su recolección, adecuándose al sistema de recolección ya sea tipo a distancia o en acera, tomando para ello en consideración aspectos como la salud pública y estética.

La selección del método de separación en la fuente de los residuos depende de un gran número de variables. La experiencia en otros sitios donde se han implantado estrategias de pre-recolección fraccionada, demuestra que esta opción no siempre resulta lo más factible desde el punto de vista técnico, social y económico. La elección del número y tipo de fracciones dependerá del método de valoración y disposición final más factible en la zona, es decir, en función del mercado de residuos susceptibles para su aprovechamiento, razón por la cual primero se recomienda efectuar estudios de factibilidad para la comercialización de residuos reciclables.

La selección del método de pre-recolección, trae consigo serias repercusiones en el resto de las etapas de manejo, una de las más importantes es la ampliación misma de la infraestructura para su manejo (Barrietos, 2010) ya que generalmente a medida que se incrementa la selección de residuos también aumenta la complejidad de la organización del

servicio (Germá, 2006). A mayor número de fracciones, mayor es el número de viajes durante la recolección y transporte, lo cual puede traer consigo un aumento de los costos de operación de los vehículos por mayor desgaste de llantas, maquinaria, combustible, lubricantes, etc. (SEDESOL, 2007).

También debe tomarse en cuenta que los montos de inversión requeridos para instalar una planta clasificadora de residuos pueden ser mucho más elevados que invertir en una o varias campañas de sensibilización, y capacitación para promover la separación en origen con mayores beneficios a largo plazo (SEDESOL, 2007).

2.2.7.2.4 Importancia de la educación ambiental para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos y domésticos

Generalmente el manejo de los residuos durante la etapa de generación y pre-recolección, es a juicio personal de cada uno de los ciudadanos; las opciones de manejo dependerán de una gran variedad de factores entre los que destacan el grado de escolaridad, nivel socioeconómico y su nivel cultural en general. De acuerdo con Acurio *et al.* (1998), existe una correlación entre la educación de la población y la limpieza. En general, mientras mayor sea el nivel de educación de la población, mayor será la conciencia ecológica y ambiental, y más arraigados sus hábitos de higiene personal, limpieza de sus viviendas y áreas públicas y también estarán más capacitados para exigir mejores servicios públicos.

Para inducir el cambio de conductas y actitudes en la sociedad hacia el manejo adecuado de los RSU, la comunicación que se tenga con los ciudadanos será un aspecto fundamental, esta sólo será posible a través de un refuerzo en las actividades de difusión y educación. A través de las campañas debe quedar claro que la gestión de residuos no puede seguir siendo un esfuerzo exclusivamente de las autoridades municipales, sino de colaboración, y de responsabilidad compartida entre generadores, productores y gobierno (LGPGIR, 2003), de lo contrario, es decir sino se persuade y concientiza a la población acerca del deterioro del ambiente y las formas adecuadas de manejo de residuos, enfrentarse a resolver el problema puede resultar titánico (Molina, 2001; Sánchez-Olguín, 2007).

Para hacer que sociedad y gobierno se complementen en esta tarea, es primordial que se diseñe una campaña real de comunicación social no sólo por imagen, sino con contenido que le indique a la comunidad las maneras de actuar complementarias al esfuerzo oficial (De la Parra-Rentería *et al.*, 2010). La información deberá ser dirigida a la población abierta, esto incluye incluso todos los niveles de educación, y el personal responsable del MRSU.

SEMARNAT (2008) recomienda realizar campañas utilizando los medios de comunicación masiva, para incentivar acciones de prevención, minimización, reúso, separación y reciclaje de residuos, así como su participación activa en la vigilancia de su tratamiento y disposición final ambientalmente adecuada.

Cuando la pre-recolección de residuos se pretende desarrollar de manera fraccionada, resulta todavía más apremiante la educación ambiental y como factor de éxito se tiene la información que se hace llegar a la población sobre las formas más adecuadas de participación (González *et al.*, 2002). Para alcanzar el entusiasmo del público, se requiere de campañas publicitarias e incentivos que normen la conducta de la gente con respecto al sistema elegido y al hábito de clasificar los residuos (Trejo-Vázquez, 1994). Las campañas deberán llegar a tal grado que promuevan una simbiosis entre los ciudadanos y la estrategia seleccionada, el equipo y su diseño. Puesto que se puede diseñar el mejor contenedor de residuos, el mejor sistema de recolección y transporte, así como los mejores programas de aprovechamiento a través del reúso y reciclaje; sin embargo, si las personas siguen arrojando residuos a la vía pública, no saben siquiera reconocer las fracciones de residuos y colocarlas en los contenedores apropiados, el proyecto no servirá de nada (Vázquez-Esquivel, 2011).

A pesar del éxito que se pueda alcanzar a través de una o varias campañas de difusión y sensibilización ambiental, generalmente se tiene que recurrir a la instauración de iniciativas legales, u otras medios que hagan obligatoria la separación de los residuos en la fuente; esto es porque para algunos ciudadanos la participación en los programas será con el propósito de ayudar a conservar el ambiente, pero para otros será necesario un incentivo jurídico o

económico como factor de decisión; lo esencial es considerar a los incentivos como una entre varias estrategias; la imposición y la prohibición no conducirían a cambio de hábitos; es difícil suponer que la separación fraccionada de los residuos se llevará a cabo únicamente por el hecho de reglamentarla (SEDESOL, 2007). Sin embargo, si se motiva, incentiva y persuade, se logrará algo adicional (SEMARNAT, 2006).

Trejo-Vázquez (1994) menciona que además de la educación ambiental para la cooperación de la población en el establecimiento de una estrategia eficiente de pre-recolección fraccionada de residuos, es necesaria la operación de centros de acopio de recuperación y/o reciclaje; SEDESOL (2007) coincide con ésta opinión, al considerar que los habitantes adquieren el hábito de separación de residuos más fácil, si un mayor número de empresas pueden apoyar la compra de tales residuos. De esta manera se tiene que para la implementación de estrategias eficientes de MRSU se requiere de la cooperación de todos los actores involucrados (sociedad-gobierno-sector privado).

2.2.7.3 Recolección y transporte

Por una parte, la recolección de residuos involucra las operaciones de carga-transporte-descarga desde los puntos de recolección, es decir, desde el lugar donde son depositados por los ciudadanos en la etapa de pre-recolección, hasta el camión de recolección y su posterior descarga ya sea en una planta de transferencia, de tratamiento o un sitio para su disposición final (Ferrer *et al.*, 1997).

El transporte de residuos comprende los medios, instalaciones y accesorios necesarios para trasladar los residuos largas distancias desde los puntos de generación hasta los sitios idóneos para su almacenamiento, aprovechamiento o disposición final (Ferrer *et al.*, 1997). A pesar de que ambos términos son definidos de forma diferenciada, durante la práctica se encuentran íntimamente relacionados, resultando complicado identificar el punto donde se diferencian uno del otro, es por esta razón que en este trabajo, generalmente se trataran como un tema en conjunto.

Estas dos etapas son las más visibles y criticadas debido a que las unidades son perceptibles por la población; incluso son motivo de desprecio debido a los olores desagradables que emanan.

En América Latina el promedio de recolección de residuos es del 89 % en grandes ciudades y en pequeñas oscila entre el 50 y 70 % (Acurio *et al.*, 1998). De acuerdo con Aviña-Hernández (2011), el nivel de recolección promedio para América Latina y el Caribe es de 81 % y existen diferencias significativas según el tamaño de la ciudad. Así por ejemplo en ciudades con una población mayor a 500,000 habitantes y en ciudades con una población inferior, se recolecta en promedio el 82 y 69 %, respectivamente. En México se estima que el promedio de recolección de residuos sólidos es del 75 %, mientras que el 25 % restante permanece en áreas públicas, lotes baldíos, sistemas de alcantarillado, arroyos, tiraderos irregulares (Careaga, 1997).

Además de estas variaciones, de acuerdo con datos de la OCDE (2008), la recolección sigue siendo deficiente o inexistente en áreas marginales con asentamientos informales y en centros rurales donde la población generalmente quema los residuos en el ámbito doméstico o en áreas comunes, o disponen de los residuos a cielo abierto en quebradas y otros cursos de agua (Aviña-Hernández, 2011).

Las diferentes opciones que existen para prestar el servicio de recolección y transporte de residuos, está en función de la estrategia de pre-recolección seleccionada, ya sea fraccionada o en masa, empleando el sistema en acera o a distancia, e incluso de acuerdo con al origen de los residuos, en hogares, instituciones públicas, comercios, industria, ya sea en conjunto o separada; de tal forma que la combinación de sistemas de recolección puede ser muy variada en función de las necesidades particulares de una población, si a esto se suma el incremento acelerado en la generación de residuos, así como la gran diversidad de materiales que los componen, el resultado es una mayor y creciente demanda en la cobertura con implicaciones sobre la adquisición de nuevos equipos y tecnología que permitan resguardar la calidad de vida de la población (Ojeda-Benítez, 2003).

Para la selección del tipo de vehículos existen muchas opciones, desde vehículos rudimentarios hasta camiones compactadores mono o bi-compartimentados, incluso algunos camiones pueden contar con sistemas auxiliares como es el de radio-comunicación (Sánchez-Olguín, 2007). Generalmente la adquisición de un mayor número de unidades se considera como la panacea al problema de MRSU. Sin embargo, aun tratándose de unidades modernas, estas no resuelven de fondo el problema, incluso pueden llegar a complicarlo aún más; por ejemplo si se emplean unidades con mecanismo compactador para una pre-recolección en masa, provoca que los residuos se compacten y se mezclen entorpeciendo la posibilidad de separarlos para su aprovechamiento posterior (Vázquez-Esquivel, 2011), además de que los camiones compactadores también presentan problemas en calles con gradientes elevados o en ciudades situadas a una altura elevada sobre el nivel del mar (Acurio *et al.*, 1998).

En cuanto a las vías de transporte, generalmente en zonas urbanizadas la vía más utilizada es la carretera o calles pavimentadas, aunque también existe la posibilidad de transporte vía marítima o férrea. El conocimiento sobre el tipo de caminos y accesos en la zona de estudio resultan de gran importancia, así por ejemplo camiones de compactación hidráulica de cinco a siete toneladas, resultan inadecuados y poco eficientes para una comunidad con caminos de terracería, de igual forma, utilizar una carreta de tracción animal resultaría insuficiente para poder cubrir la recolección de RSU de una ciudad (Vázquez-Esquivel, 2011).

En México, los sistemas de recolección y transporte ineficientes se pueden convertir en una carga financiera para los municipios (SEDESOL, 2007). De acuerdo con SEMARNAT (2003), el servicio de recolección y transporte de RSU constituye una de las actividades dentro de las etapas de MR en las que los municipios destinan un mayor número de recursos, llegando a representar en algunas ocasiones hasta el 80 % de los gastos totales; entre el 70 y el 85 % de acuerdo con Medina Ross *et al.* (2001) y del 75 al 90 % de acuerdo con Aviña-Hernández (2011).

Además de los gastos que implican por sí mismo las actividades de recolección y transporte, en México las rutas son mal diseñadas debido a que generalmente se utiliza el juicio y experiencia del jefe de los sistemas de limpia o de los chóferes de las unidades recolectoras, sin embargo este criterio y experiencia no siempre son suficientes. Las consecuencias directas son el despilfarro de combustible, deficiente operación y funcionamiento del equipo, ineficiente trabajo del personal, reducción de la cobertura del servicio, y proliferación de tiraderos irregulares.

Otro problema derivado del manejo ineficiente de residuos a lo largo de los trayectos de recolección y transporte es la pepena de residuos inorgánicos reciclables que suelen acomodarse en sacos y pacas en los costados y toldo de los camiones recolectores. Esta actividad del sector informal, a pesar de considerarse legalmente prohibida, resulta muy común debido a que es tolerada por los municipios; como consecuencia de ello se tienen tiempos muertos en los recorridos, así como pérdida de combustible y desgaste de las unidades por el tiempo extra que permanecen en operación (Rodríguez-Lepure, 2008).

Si la mayoría de los responsables del MRSU permiten la pepena es porque con ello reducen la cantidad de residuos para su disposición final, lo cual a su vez incrementa la vida útil de las instalaciones; así mismo se considera que los trabajadores del servicio de limpia cuentan con salarios bajos, de manera que permitir la recuperación de estos residuos para su venta significa para la cuadrilla un complemento salarial. Un estudio realizado en la ciudad de México en 1998, mostraba que del total de los ingresos de un ayudante de cuadrilla de recolección, el 28 % provenía de la venta de reciclables, 40 % del salario base y 32 % de propinas (Mediana-Roos y Jiménez-Yanes, 2001).

La optimización de la estrategia de recolección y transporte adquiere una importancia fundamental, ya sea para reducir costos como para mejorar la calidad y cobertura del servicio. Incluso Mediana-Roos y Jiménez-Yanes (2001) recomienda actualizar las rutas de recolección de residuos por lo menos cada cinco años, lo cual puede ser apoyado por los censos de población y vivienda de INEGI que proporcionan información detallada sobre la densidad de la población en Área Geo-Estadística Básica (AGEB).

La reducción de costos puede derivarse de la disminución de tiempos, distancias, requerimientos de aceite, combustible, repuestos y mano de obra. La mejora de la calidad del servicio puede incluir la recolección fraccionada de los mismos, es decir, que los residuos se entreguen separados desde la fuente generadora, de esta manera los trabajadores no destinarían tiempo a las actividades de pepena y el ayuntamiento podría donarles una fracción de los residuos que son reciclables (Rodríguez-Lepure, 2008). La recomendación de Vázquez-Esquivel (2011) cuando la recolección involucre la obtención de residuos orgánicos, es emplear camiones que cuenten con un depósito para lixiviados, los cuales se harían presentes al momento de compactar estos residuos con el mecanismo integrado en el camión.

La planeación del sistema de recolección y el transporte depende del número de habitantes, fracciones a recolectar, la traza urbana, el ancho de las calles, el diseño vial, facilidad de adquisición de unidades de transporte, la disponibilidad de repuestos y sobre todo los recursos municipales disponibles (Maldonado, 2006). Acurio *et al.* (1998) recomienda el uso de un indicador de toneladas de recolección por cada 1,000 habitantes y habitantes por camión de recolección, esto ante la falta de datos para comparar la eficiencia de la recolección entre los diferentes servicios municipales.

Algunos de los factores a considerar durante la optimización de rutas incluyen (SEDESOL, 2007; Cerrón-Palomino, 1992):

1. *Volumen de los residuos generados.* Es importante considerar la cantidad de residuos generados por zona en función de la densidad poblacional, el número de hogares, número promedio de habitantes por vivienda, etc.
2. *Grado de fraccionamiento de los residuos* y características particulares como peso, volumen y calidad de los residuos.
3. *Métodos de recolección.* Es importante seleccionar si la frecuencia de recolección será diaria, dos veces por semana, semanal, quincenal, mensual o de otro tipo; considerar la forma de almacenamiento temporal de residuos desde la etapa de pre-recolección (en acera o a distancia). Es importante que se atienda a

toda la población de forma sanitaria y con la frecuencia adecuada. Las calles con mucho tránsito deberán recorrerse durante las horas de menor flujo vehicular.

4. *Infraestructura.* Considerar el número, características, diseño, y estado de las unidades de recolección. Es importante que se aproveche la capacidad de los vehículos recolectores, evitando que se efectúen viajes con carga incompleta, se deberá incrementar en todo momento la eficiencia en peso, volumen, distancias y tiempos. Siempre se debe buscar que los costos sean mínimos (sin afectar el aspecto sanitario). Los vehículos tradicionales tienden a ser poco adaptables, en sistemas de recolección en acera para el aprovechamiento de residuos reciclables, por lo que frecuentemente requieren algún nivel de modificación (SEDESOL, 2007).
5. *Distancias de recorrido en la recolección.* Es importante que las rutas no tengan recorridos improductivos, debiéndose aprovechar toda la jornada oficial de trabajo del personal, evitando además el traslape de rutas, es decir, reduciendo el número de veces que un vehículo recolector recorre una zona. De preferencia el inicio de una ruta debe estar cerca del lugar de encierro de los vehículos recolectores y su fin cerca del sitio de disposición final de residuos (Aviña-Hernández, 2011).
6. *Tipos de vías locales.* debe tomarse en cuenta el trazo de las calles, su angostura y largo, calles sin salida o retornos, así como la identificación de calles pavimentadas y de terracería, el sentido de las calles (de doble sentido, doble carril, bulevares), evitar semáforos o altos totales. En calles muy cortas o sin salida es preferible que los camiones no entren en ellas, sino que se ubiquen en la esquina y que el personal vaya a buscar los recipientes, o en su caso, la población deposite sus residuos en la esquina más cercana a la ruta. Cuando la recolección se hace primero por un lado de la calle y después por el otro, se recomienda tener recorridos con vueltas a la derecha alrededor de las manzanas, evitar los giros a la izquierda y las vueltas en “u” (Aviña-Hernández, 2011).

7. *Topografía*. Cerros, pendientes, zonas inaccesibles. En los lugares con pendiente elevada, es preferible no utilizar vehículos recolectores, sino sistemas de recolección a distancia.
8. *Clima*. Se deben considerar factores como las temperaturas extremas registradas estacionalmente, vientos dominantes y precipitaciones.

Siguiendo con la dinámica de pre-recolección fraccionada, a nivel de recolección y transporte, resultará de suma importancia el establecimiento de reglas claras y contundentes para aumentar la eficiencia y evitar su fracaso; para ello, los operadores deberán rechazar los residuos que no cumplan con la clasificación establecida; Además deberán ser adecuadamente capacitados en temas como atención a los ciudadanos, bioseguridad e higiene, y contar con los equipos y materiales de protección con el fin de evitar que se vean afectados por contacto con residuos con alguna o varias características CRETIB (Ruiz-Ríos y Roldan-Ruiz, 2005).

Mientras más simple sea la recolección y clasificación de los residuos, el tiempo requerido para el personal operativo en cada vivienda será menor (SEDESOL, 2007). Cuando la recolección y transporte se pretende realizar de manera fraccionada, puede efectuarse empleando camiones mono-compartimentados, para lo cual es necesario coleccionar diferentes fracciones de residuos en un horario y frecuencia pre-establecido, y consecuentemente será necesario mantener una buena coordinación y participación con los generadores. Otra opción es emplear camiones bi-compartimentados, donde la ventaja es que los residuos se pueden colocar en sus respectivos compartimentos, la desventaja es que generalmente el volumen de los residuos reciclables es mayor y el espacio destinado para ellos en el camión se satura mucho antes que el resto (SEMARNAT, 2006).

2.2.7.3.1 Estaciones de transferencia

Las estaciones de transferencia son una estrategia reciente que permite reducir los tiempos y los costos para la recolección y el transporte de residuos hasta los sitios de disposición final (Armijo-de Vega, 2006).

Básicamente, son una consecuencia del rápido crecimiento urbano y la expansión acelerada de la población, provocando que se incrementen a su vez las distancias hasta los sitios aprobados para la disposición final de residuos. Esta expansión de la población ha dificultado la localización de sitios adecuados para la disposición final, ya sea por la oposición de vecinos por fenómenos conocidos como LULU (por las siglas en inglés *Locally Unacceptable Land Use*) o NIMBY (por sus siglas en inglés, *Not In My Back Yard*), o por el costo elevado de los terrenos. Así pues, resulta muy común que ciudades con más de un millón de habitantes cuenten con estaciones de transferencia, en las cuales sus diseños presentan ligeras variantes, pero que en general permiten el acarreo de residuos en unidades de 40 a 60 m³ (Ramos-Cortez *et al.*, 1998; Acurio *et al.*, 1998).

2.2.7.4 Aprovechamiento

Por aprovechamiento de los residuos se entiende al conjunto de acciones cuyo objetivo “...es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, re manufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundados o de energía...” (LGPGIR, 2003). Muy semejante en su definición se tiene el término valorización que se define como el “...principio y conjunto de acciones asociadas cuyo objetivo es recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos, mediante su reincorporación en procesos productivos, bajo criterios de responsabilidad compartida, manejo integral y eficiencia ambiental, tecnológica y económica...” (LGPGIR, 2003).

Todas las actividades que derivan del aprovechamiento de los residuos, aisladas o en combinación unas con otras, constituyen un pilar clave para el manejo sostenible de los residuos, puesto que promueven la reducción en el consumo de materias primas vírgenes para la elaboración de diversos productos (SEMARNAT, 2006). La materia prima, incluso la más abundante, no es infinita, su aprovechamiento constituye una herramienta para poder reutilizar los residuos reintroduciéndolos a algún ciclo productivo (Elias-Castells, 2009).

Para comprender a detalle este conjunto de acciones que involucra el aprovechamiento de residuos, se definen los términos más importantes:

- *Reutilización*: el empleo de un material o residuo previamente usado, sin que medie un proceso de transformación (LGPGIR, 2003).
- *Tratamiento*: procedimientos físicos, químicos, biológicos o térmicos, mediante los cuales se cambian las características de los residuos y se reduce su volumen o peligrosidad (LGPGIR, 2003).

- *Tratamiento físico*: este tipo de tratamiento no cambia la naturaleza química del residuo en sí, incluye la reducción del tamaño (molido) y del volumen (prensado), el secado y la separación por medios mecánicos, facilitando en algunos casos la comercialización como un subproducto rescatado a partir de los RSU.

- *Reciclado*: es una transformación a través de distintos procesos que permiten restituir su valor económico, evitando así su disposición final, siempre y cuando esta restitución favorezca un ahorro de energía y materias primas sin perjuicio para la salud, los ecosistemas o sus elementos (LGPGIR, 2003).

La experiencia en otras ciudades ha demostrado que no siempre las estrategias de aprovechamiento de los residuos sólidos urbanos son la mejor opción, resultando no factibles desde el punto de vista técnico, social y económico (Cortinas-de Nava, 2003). Incluso se ha llegado a decir, que “la basura es basura hasta que alguien pueda llevarla al mercado y transformada en algo que tenga demanda”; mientras no se tenga la capacidad de hacer esto, la principal obligación es enterrarla, tan eficientemente desde el punto de vista económico, social y ambiental como sea posible (Trejo-Vázquez, 1994; LGPGIR, 2003). De lo anterior, surge la importancia de diseñar e implementar programas de aprovechamiento de residuos, en los cuales se dé prioridad a la comercialización de los residuos (Careaga, 1993).

A nivel mundial, el aprovechamiento de los residuos ha sido desalentada por la economía misma, la cual ha estado basada en el empleo de recursos naturales vírgenes que se utilizan sólo una vez antes de ser descartados, lo cual favorece únicamente la eficiencia economicista de los sistemas de producción de bienes (Sarukhan, 2007). Otra de las

limitantes para el aprovechamiento de residuos, es que muchos materiales no son diseñados pensando en las necesidades de reciclaje (Careaga, 1993).

La tendencia de la economía mundial a la cual se refiere Sarukhan (2007), tiene una fuerte influencia sobre la disminución de la demanda de residuos susceptibles para su aprovechamiento (Trejo-Vázquez, 1994). Algunas de las causas que destacan son:

- Renuencia de los industriales por aceptar residuos reciclables como equivalentes o de mejor calidad que las materias vírgenes.
- Falta de demanda de productos que contengan residuos reciclados.
- Relativa abundancia de materia prima virgen barata.
- Falta de capital disponible para el desarrollo de industrias que empleen residuos reciclables y produzcan artículos con mercado.
- Demora en la transferencia de tecnología de países más desarrollados a países menos desarrollados.

Trejo-Vázquez (1994) opina que el aprovechamiento de residuos reciclables como (papel, cartón, plástico, vidrio y metales) no tiene más que un carácter marginal cuando provienen del sector urbano-doméstico, encontrándose por otra parte relativamente más desarrollada en el sector industrial y comercial (Elias-Castells, 2009). SEMARNAT (2003) hace alusión a lo fantasioso que pueden ser ciertos planteamientos extremos a favor del reciclaje debido al bajo porcentaje de residuos reciclables en los RSU, aun cuando estos reúnan las condiciones técnicas y económicas para reintegrarse al mercado.

En los municipios de Autlán, El Grullo y Tolimán, los Directores del área de limpia de los municipios consideran que uno de los principales problemas de manejo de los residuos es la separación de los mismos, declarando que “no es negocio, no es rentable”, ya que el servicio de recolección no se paga con las ventas de los residuos separados (Aviña-Hernández, 2011).

Ojeda-Benítez *et al.* (2000) confirman la aportación de Trejo-Vázquez (1994), al estudiar la composición de los RSU generados en hogares en la ciudad de Mexicali, B. C., haciendo énfasis en la identificación de la porción de residuos reciclables, de lo cual concluyen que

es factible reciclar únicamente el 28 % del total debido a que son mezclados durante las etapas de pre-recolección, recolección y transporte, dificultando su identificación y separación, además de que su precio de venta en el mercado disminuye abruptamente (Trejo-Vázquez, 1994; De Luca y Rosso, 2006).

Por otra parte, los residuos generados en el sector privado y comercial, son proporcionalmente más elevados que los generados en casas-habitación. Entre los subproductos más abundantes destacan, el cartón (45.9 %), restos alimenticios (8.4 %), plástico de película (7.3 %) y plástico rígido (7.2 %) (Gutiérrez-Avedoy, 2006).

Otros estudios de caracterización de RSD enfatizan el potencial de reciclaje que poseen estos residuos, los cuales generados en cualquier localidad pero gestionados de forma correcta, pueden llegar a convertirse en un recurso muy valioso (Restrepo y Phillips, 1985; Deffis-Caso, 1994; Ojeda-Benítez *et al.*, 2000; Bernache-Pérez, 2003; Allamand Puratić, 2008; Aguilar-Virgen *et al.*, 2010; SEMARNAT, 2010; Aviña-Hernández, 2011). En México, los residuos inorgánicos reciclables junto con los orgánicos reciclables constituyen hasta un 85 % del total de residuos generados (Restrepo y Phillips, 1985; Bernache-Pérez, 2003; Buenrostro-Delgado y Bocco, 2003; Ojeda-Benítez, 2008), sin embargo, para aprovechar tales residuos es necesario implementar programas de separación de residuos mediante el uso de contenedores y ampliando la infraestructura para su manejo de manera fraccionada.

En México, la recuperación de residuos reciclables es mínima, e incluso la información al respecto es escasa. El suministro de residuos para la industria del reciclaje se logra a través del sector formal e informal de la economía, principalmente a través de pepenadores y personal del sistema de limpia, sin embargo su contribución no ha sido cuantificada (Armijo-de Vega, 2006).

Technobaglous *et al.* (1982) opinan que el diseño de las instalaciones para la recuperación de residuos presenta problemas debido a los cambios como consecuencia de los avances tecnológicos, el uso de diferentes materiales para la fabricación y embalaje de productos. Estas estaciones de procesamiento requieren grandes inversiones de capital y se deben

diseñar para que sean funcionales durante un periodo de aproximadamente veinticinco años. Idealmente una instalación debe ser funcional y eficiente durante su vida útil.

En países europeos, con el fin de facilitar el acopio y tratamiento de los residuos se ofrecen dos alternativas de recolección (Velázquez-Patiño, 2009):

- *Sistema de depósito, devolución y retorno.* Los productores (por ejemplo, grandes empresas que generan gran cantidad de residuos como Coca-Cola, Pepsi, Bimbo, Modelo, Tecate, entre otras), podrían cobrar a sus clientes por el uso de sus envases. Este cobro adicional lo paga el consumidor final y el monto le será reintegrado cuando el envase sea devuelto al productor o al expendedor. Este sistema es similar a lo que en México se conoce como el pago de importe por envases retornables.
- *Sistema integrado de gestión.* Este segundo sistema está configurado de manera tal que los productores-ensambladores que no quieren tener las obligaciones del sistema anterior, puedan librarse de ello y dejar esa función a agentes económicos privados. Este sistema debe garantizar que los envases sean recogidos periódicamente en el domicilio del consumidor. El financiamiento de este proceso lo realizan los productores al pagar por cada envase que ponen en el mercado. Este sistema es el más difundido en toda Europa. Los envases integrados a este sistema se distinguen por portar un logotipo conocido como punto verde que comenzó a funcionar en Alemania en 1991. Una de las peculiaridades de este sistema es que delega en los ciudadanos parte de la responsabilidad para que el programa funcione adecuadamente, de modo que su éxito está condicionado, en gran medida, a la sensibilización y educación ciudadana para la separación de los residuos (Velázquez-Patiño, 2009).

2.2.7.4.1 Importancia del mercado de los residuos

Generalmente, la demanda es el aspecto más problemático del aprovechamiento de los residuos; de tal forma que si la comercialización de los residuos es ineficiente, todo el trabajo se puede traducir en pérdida de ingresos, problemas administrativos y desinterés de la sociedad en participar en el manejo adecuado de los residuos (Careaga, 1993). La falta de

oferta de residuos de tipo reciclables se acentúa en municipios o ciudades pequeñas, que padecen de insuficientes residuos reciclables para que la industria se interese en ellos, aunque por otro lado, tienen la ventaja de poder impulsar con mayor facilidad el cambio de hábitos a través de la sensibilización en el manejo integral de los residuos; de esta forma, se tienen sociedades que muestran mayor urgencia para implantar un programa intensivo de aprovechamiento pero no generan los volúmenes de RSM requeridos por los mercados locales de los subproductos; o viceversa, existen dificultades para encontrar mercados apropiados debido a la distribución geográfica de las industrias usuarias a requisitos del transporte o la necesidad de cumplir competitivamente con las especificaciones requeridas (Careaga, 1993).

Para cualquier proyecto que involucre el aprovechamiento de residuos reciclables, el volumen o el peso de los residuos separados que se almacenen debe ser congruente con el ritmo de ventas de los mismos (SEDESOL, 2007). Una opción para sitios pequeños es la instalación de un sistema inter-municipal, el cual consiste en un sub-centro de acopio para después entregar los residuos a un centro principal de la micro-región y alcanzar las cantidades mínimas requeridas por la industria (SEMARNAT, 2006).

La solución al problema del mercado de residuos reciclables no consiste simplemente en encontrar formas para volver a usarlos, ya que para la mayoría se han encontrado usos bastante buenos; sin embargo, para que éstos sean económicamente factibles, deben cumplir con al menos las siguientes condiciones:

1. *Calidad*: los residuos deben estar debidamente clasificados, su pureza debe ser suficientemente alta. Generalmente resulta muy difícil obtener residuos lo suficientemente libres de contaminación como para reemplazar a las materias primas vírgenes y además que tales características sean constantes. La importancia de la limpieza y la alta calidad de los residuos recuperados recae en la fuerte relación que existe entre el precio de compra por toneladas de residuos y el porcentaje de impurezas que contienen los mismos. Esta relación no puede ser descrita mediante una curva suave, Trejo-Vázquez (1994) explica que existe una relación exponencial negativa con estas dos variables, de manera que una pequeña

cantidad de contaminantes en los residuos puede marcar una diferencia gigantesca entre una tarifa de compra y otra.

2. *Grandes volúmenes*: cantidades apropiadas de materiales en toneladas o cientos de kilogramos.
3. *Abastecimiento*: entrega de residuos en tiempo y forma.

Adicionalmente, a la limitante de factibilidad técnica y económica para cada línea de residuos reciclables, durante la implementación de estrategias de MRSU, se integran otros impedimentos sociales y políticos impuestos por grupos de presión (SEMARNAT, 2003).

En un manual publicado por SEDESOL (2007) para determinar la factibilidad de reducción y reúso de RSM se establece un orden lógico para analizar la situación con respecto a las cuatro variables consideradas para la mercadotecnia: producto, precio, promoción y plaza.

Otro aspecto, a considerar es el dinero, como incentivo económico. El dinero es considerado uno de los factores dominantes en el impulso del esfuerzo sistemático para el aprovechamiento de los residuos; es también el motivo por el cual los comerciantes de residuos reciclables le prestan interés a algún tipo de residuo; y la razón por la que la gente lleva sus latas de aluminio y botellas de PET a los supermercados es para cambiarlos por dinero (Careaga, 1993).

En la frontera norte de México, el mercado de los residuos reciclables se ve influenciada por el mercado en los E. U. A., los residuos reciclables separados del resto de los residuos se venden en la mayoría de los casos para el mercado norteamericano. Esta característica se debe en parte a los altos costos implicados en el transporte de residuos reciclables hacia el interior del país, donde se encuentran la mayoría de las plantas de reciclaje, por lo que resulta más atractivo vender los residuos reciclables a las plantas de reciclaje ubicadas en la franja fronteriza del lado de EE.UU. (Ojeda-Benítez, 2003). Aunque esto pueda parecer una ventaja, debido a la consolidación del mercado de reciclables, a su vez representa una debilidad ya que los programas de reciclaje dependen de las fluctuaciones de mercado en EE. UU. Del mismo modo la venta de residuos reciclables a las plantas extranjeras impide

la búsqueda de soluciones locales para el reciclaje de residuos, esta búsqueda podría dar lugar a la creación de plantas de reciclaje en México fortaleciendo así el mercado nacional y dar una solución a la demanda regional (Armijo-de Vega, 2006).

2.2.7.4.2 Descripción de los principales residuos susceptibles a aprovechamiento

2.2.7.4.2.1 Papel y cartón

Tanto el papel como el cartón son residuos que provienen de un recurso renovable. Son biodegradables, excepto en determinadas condiciones extremas. El cartón tarda en degradarse hasta cinco años y el papel entre dos y cinco meses.

El papel es uno de RSU con mayor potencial de recuperación (Trejo, 1994), se dice que una tonelada de papel corresponde a 20 troncos de árbol de 16 cm de diámetro y 8 m de largo (entre 15 y 17 árboles medianos, según Careaga, 1993).

Algunos de los criterios de selección para el tipo de papel que reciben las empresas recicladoras, se basa en la fuerza, el rendimiento de la fibra y en el brillo y en función del tipo de producto que fabrican. Los principales residuos reciclables a base de papel que emplean las empresas son el periódico, papel bond c/s tintas, revistas, libros viejos, directorios telefónicos, folders, carpetas, sobres de correspondencia, papel publicitario, papel de archivo, entre otros. A partir de estos residuos se pueden obtener productos como papel periódico, papel gris, papel higiénico, pañuelos de papel, hueveras, cartón, cajas de zapatos, laminas acanaladas, cartoncillo y productos para construcción como la fibra prensada (SEDESOL, 2007).

Normalmente el papel mezclado se recicla como cartón, sin embargo, el principal problema para los procesadores de papel es la presencia de contaminantes que perjudican el proceso de producción o que pueden dañar la maquinaria por la presencia de envases de alimentos, látex, plásticos, grasa, materia orgánica, aceites, metales, resinas, ceras, pegamento, clips, papel quemado por el sol, papel higiénico o toallas de papel, papel metálico, papel de fax, papel carbón, documentos encuadernados, por la presencia de papeles con alta resistencia a

disgregarse en húmedo o por la presencia de cualquier otro material con películas plásticas adheridas como recubrimiento, que pueden arruinar el lote debido a que estos materiales forman una película que interfiere con la adherencia de goma al medio corrugante y no se puede formar la pulpa (Trejo-Vázquez, 1994; SEDESOL, 2007).

Al igual que el papel, la selección del cartón se puede hacer por el grado de limpieza, factor que determina su precio en el mercado. Cuando el cartón se encuentra muy sucio, se puede reintegrar a los residuos orgánicos (siempre y cuando no contenga películas plásticas, metálicas o encerado). Algunos de los RSU que se debe evitar se mezclen, son el cartón encerado, cajas contenedoras de huevos, y los multilaminados, es decir, los envases de cartón tetra-brick, o aquellas que se encuentren contaminadas por aceites, agua y/o residuos orgánicos.

Para la fabricación de papel de calidad, no se puede emplear en un 100 % papel reciclado. Por ejemplo, para la fabricación de papel periódico nuevo o la elaboración de cajas de cereales, zapatos y otros tipos de cajas similares como el cartón gris, se emplea únicamente un 10 % de materia prima como papel periódico viejo, el problema entonces, es que en estos mercados no está creciendo con la velocidad a la que aumenta la oferta (Careaga, 1993). Así tenemos pues, que además de los problemas por la presencia de contaminantes, la industrial del papel tiene crestas y valles en su demanda, como en cualquier parte del mundo (Trejo, 1994). Debido al cuello de botella que experimentan todos los productos reciclados: centrado en la demanda y no en la oferta.

En la práctica, actividades de separación y reciclaje de residuos se ha traducido en un desplome de los precios de residuos recuperados, principalmente del papel periódico. Por ejemplo, en el Estado de Oregon, E. U. A., resultó más cara la recolección que los ingresos que se obtenían por su venta a empresas recicladoras (Careaga, 1993). De lo anterior surge el inconveniente de reglamentar legalmente el reciclaje de residuos, pero sin fomentar las medidas complementarias de fomento a la demanda.

Actualmente, sólo una parte del papel desechado es reutilizable debido a consideraciones económicas y logísticas (SEDESOL, 2007):

- La fibra virgen es abundante y relativamente barata
- Muchos centros urbanos están localizados a grandes distancias de las fábricas de papel.
- La capacidad de las fábricas para destinar y reutilizar el papel y el cartón usados es limitada.

2.2.7.4.2.2 Plástico

El plástico es el nombre genérico para un gran número de materiales del cual existen más de 50 tipos diferentes con una infinidad de usos y cada día se descubren nuevas aplicaciones. Este tipo de materiales puede durar casi indefinidamente en el ambiente, aunque se manejan cifras entre los 100 y 1,000 años; el plástico de PET puede tardar en degradarse entre 250 y 500 años. Una condición importante para el reciclaje del plástico es que los diferentes tipos de plástico no se mezclen, sin embargo es casi imposible diferenciarlos a simple vista por el tacto. Una pequeña cantidad de un plástico erróneo puede arruinar el fundido durante su reciclaje, por ejemplo, productos y residuos de PVC son considerados como un veneno para los recicladores de PET (INE, 2001). Es por ello que el reciclaje correcto del plástico exige la separación absoluta, así como lavado y uso de aditivos para obtener granza (plástico fundido y homogeneizado para el corte ulterior de alta calidad), cuando el plástico se mezcla no sólo se produce granza de mala calidad, sino que también puede ocasionar averías importantes en la maquinaria (SEDESOL, 2007).

En respuesta a la problemática por la mezcla de diferentes tipos de plástico durante su reciclaje, en 1998 la industria del plástico a través del Instituto de las Botellas Plásticas de la Sociedad de la Industria de los Plásticos (SPI, por sus siglas en inglés) de EEUU desarrolló una serie de códigos de colores, que por lo regular se pueden identificar y leer fácilmente en la base de los recipientes de plástico. El símbolo es de forma triangular integrado por flechas con un número específico en el centro que representa el material a partir del cual está hecha la botella (Anexo 2). El propósito de la codificación es auxiliar a empresas recicladoras en la selección de los plásticos, de acuerdo con el tipo de resina con que están fabricados. El sistema fue diseñado para ser usado voluntariamente por los

productores de botellas y envases rígidos, de modo que el código queda aplicado durante el moldeo o impreso por algún otro método en la base del contenedor de plástico (Careaga, 1993).

Los plásticos de tipo uno y dos, generalmente se reciclan. Por ejemplo, el PET puede reciclarse de cinco a siete veces, en cada proceso se degrada y pierde cualidades de resistencia, densidad y calidad, no obstante pueden manufacturarse productos con menos calidad o menos color (González, *et al.*, 2002), algunos de los productos que se pueden elaborar a partir del PET son los textiles (Sánchez-Santillan y Sánchez-Trejo, 2013). El tipo cuatro se recicla menos. Los otros tipos (tres, cinco, seis y siete) normalmente no se reciclan, tal vez con la excepción de pequeños programas de prueba (Youth x change, 2004).

2.2.7.4.2.3 Vidrio

El vidrio es 100 % reciclable debido a la pureza y naturaleza de sus componentes. Resulta difícil estimar cuántos años tarda en degradarse el vidrio, incluso se dice que sus componentes nunca se degradan, resistiendo más de 4,000 años conservando propiedades como si fuera nuevo. El vidrio, al ser considerado como una materia prima barata también puede convertirse en un inconveniente para su aprovechamiento, dado que los costos de separación, recuperación, manejo, transporte y tratamiento pueden resultar más elevados que la obtención de la materia prima virgen necesaria para elaborar el mismo producto. A pesar de ello, en el mercado de residuos reciclables el vidrio es considerado como uno de los mejores sustitutos de materia prima virgen para la fabricación de envases de bebidas de vidrio, lo cual no sucede por ejemplo con el PET y el cartón laminado por regulaciones internacionales de calidad e higiene (Cortinas, 2007).

Las botellas de vidrio retornables, por ejemplo de refrescos y cerveza, son los contenedores más eficientes en términos de requerimientos de energía, estas botellas simplemente se lavan para reutilizarse hasta 30 veces, aunque también se pueden fundir al final de su vida útil para fabricar nuevas botellas en un nuevo ciclo (Medina, 1997). El inconveniente por el

uso del vidrio es su fragilidad y su peso elevado en comparación con otros materiales que ofrecen características similares de higiene y practicidad.

La mayor parte del vidrio (90 %) contenido en los residuos es de botellas u otros recipientes. Después de triturado y separado por colores (blanco, transparente, ámbar, verde, azul, etc.), se utiliza para producir nuevos recipientes y envases (SEDESOL, 2007).

El proceso de fundición del vidrio requiere de grandes cantidades de energía (Trejo, 1994), sin embargo, la pedacería pre-seleccionada (llamada cullet) en mezcla con materias primas vírgenes en una proporción de 30 a 70 %, permite que la fundición en los hornos se lleve a cabo a temperaturas considerablemente inferiores a las requeridas para el 100 % de materia virgen. El uso de vidrio reciclado reduce en un 79 % el uso de materias vírgenes, se ahorra energía en un 50 % del consumo de agua, un 14 % las emisiones de gases contaminantes. La nueva mezcla, provoca un incremento en la velocidad de fusión de las materias primas y el vidrio reciclado, esto a su vez propicia el incremento en la velocidad de producción, y proporciona mayor durabilidad, reducción de tamaño y complejidad de los hornos de fundición. En resumen, el reciclaje del vidrio, permite obtener ahorros en el gasto de energía y el costo de materia prima, y por el aspecto técnico, se afecta favorablemente el procesamiento y la calidad del vidrio (Careaga, 1993 y Trejo, 1994).

Esta es una de las razones por las que las compañías que fabrican botellas y frascos adquieren cualquier cantidad de cullet y envases usados, que se les ofrezca, incluso los fabricantes están dispuestos a pagar precios un poco más altos por el vidrio triturado que por las materias primas con el propósito de reutilizarla en la producción de nuevos envases (SEDESOL, 2007). Este ahorro por el reciclaje del vidrio es bien visto siempre que la composición química del vidrio recuperado sea la misma que la del conjunto y no existan contaminantes, como materiales extraños, tapones, excesiva cantidad de etiquetas, piedra, loza, materiales cerámicos y vidrio de diferentes colores mezclados, lo cual da lugar a la presencia de elementos minerales como el óxido de níquel, fierro, magnesio, cobre, cobalto y carbón mineral, provocando alteraciones en el color, dificultando su eliminación indeseable, así como la alteración de la calidad del producto final. Es precisamente la

presencia de contaminantes la mayor desventaja en el reciclaje del vidrio (Careaga, 1993 y Trejo, 1994). Otras dificultades que se presentan durante el reciclaje del vidrio en la industria son:

- Retirar los contaminantes con alta eficiencia.
- Obtener una alta precisión en el control de la viscosidad si están presentes varios tipos de vidrio con diferente composición química.
- Los bajos costos de la materia prima virgen, con lo que el vidrio reciclado no es económicamente atractivo.
- La industria del vidrio no procesa cantidades tan grandes de vidrio como las que se obtienen en los residuos sólidos urbanos.

Aunque la demanda del vidrio triturado es considerable, a menudo la rentabilidad varía por los costos de recolección, procesamiento y transporte hacia las fábricas (SEDESOL, 2007).

A pesar de que las botellas de vidrio son reciclables, su segregación es muy laboriosa y los precios de mercado son bajos (U\$S2.25 a 4,5014 por tonelada de material de vidrio recuperado. Para el material recuperado de botellas blancas segregadas-rotas o enteras-, pero libres vidrios de color y contaminantes, los precios de venta oscilan entre U\$S 12 a 2,415 y para el caso de vidrio de color: U\$S 4.5 a 13.5.

2.2.7.4.2.4 Metales

La mayor parte de los metales, se pueden reciclar casi en su totalidad siempre que estén seleccionados y libres de materiales extraños, como el plástico, vidrio, hule, cartón, tela, goma, etc. De hecho este es considerado uno de los problemas más graves para las fundidoras, en las cuales se tiene hasta el 25 % del peso de los residuos proveniente de materiales no-metálicos (Careaga, 1993). Los metales se pueden clasificar en dos categorías: 1. Metales férreos; y 2. Metales no férreos.

Los *metales férreos* incluyen al hierro y el acero. Comúnmente se les conoce como chatarra. Los encontramos en gran número de electrodomésticos, gran cantidad de aparatos y equipos industriales, automóviles descompuestos o abandonados, tuberías, material de

construcción, chatarra industrial, muebles y puertas, los cuales se pueden reciclar en fundidoras (SEDESOL, 2007).

Los *metales no férricos* además del aluminio incluyen el cobre, bronce, plomo, níquel, estaño y cinc (SEDESOL, 2007).

El reciclaje de los envases de aluminio ha sido exitoso, incluso más que el de papel, plástico y vidrio, debido a que las materias primas de estos últimos residuos son abundantes y baratas, en comparación con la materia prima para el aluminio (la bauxita). La bauxita es un metal que ciertamente abunda en la corteza terrestre, sin embargo, se encuentra unido a otros elementos, forma compuestos químicos y requiere gran cantidad de energía para extraerlo; al reciclar el aluminio, se reduce hasta el 97 % el consumo de energía y la contaminación de agua para su extracción como bauxita. En México, la bauxita se importa, por lo que su precio es más elevado (SEDESOL, 2007). Otra ventaja del reciclaje del aluminio es que las impurezas son fácilmente separables. En la planta recicladora, las latas aplastadas se trituran para reducir el volumen, luego se calientan en un proceso de deslacamiento para separar los revestimientos y la humedad; después se introducen en un horno de refundición. El metal fundido se forma en lingotes, que se transfieren a otras fábricas, donde se producen láminas o partes para maquinaria o equipo. Las latas de aluminio tardan en degradarse entre 200 y 500 años.

2.2.7.4.2.5 Residuos orgánicos

Estos residuos tienen la particularidad de presentar humedad elevada y tiempos de descomposición cortos (putrescibles) en comparación con los residuos inorgánicos. Algunos ejemplos de residuos orgánicos son los desperdicios de alimentos y restos de jardinería. La acumulación prolongada de materia orgánica puede provocar malos olores y fauna nociva, sobre todo en lugares con climas cálidos; de ahí la importancia de mantenerlos separados del resto de los residuos, en especial de aquellos susceptibles a aprovechamiento con el fin de evitar su contaminación. Los residuos orgánicos una vez separados puede emplearse para la elaboración de composta u obtención de biogás; si se destina para la elaboración de composta, se deberá evitar que se contaminen por

microorganismos patógenos provenientes de excremento, organismos vivos con plagas o enfermedades, huesos, metales u otros elementos extraños que puedan interferir en la calidad de la composta y su aplicación como mejorador de suelos.

2.2.7.4.3 Importancia de la recuperación de residuos por pepenadores

En teoría el aprovechamiento de los residuos debería iniciar con procesos de separación en la fuente aunado a sistemas de recolección y transporte fraccionados, sin embargo por una combinación de factores sociales, económicos y políticos, la cadena de aprovechamiento de residuos inicia realmente a través de la recuperación de subproductos una vez que estos han sido dispuestos en masa por los generadores en contenedores previo a su recolección o en sitios para su disposición final.

El trabajo que llevan a cabo los pepenadores, consiste básicamente en recuperar y vender los residuos que pueden ser aprovechados, proporcionando en gran medida los materiales susceptibles a reciclaje para la industria del papel, cartón, plástico, metales y vidrio principalmente. Su actividad es por tanto, una excelente labor de reciclaje y de recuperación de recursos naturales, puesto que evita que miles de toneladas de residuos potencialmente aprovechables se depositen en sitios para su disposición final (Careaga, 1993; SEMARNAT, 2003).

A pesar de lo anterior, con frecuencia y de manera injusta, la sociedad no reconoce su labor y tiende a verlos como individuos indeseables o incluso como criminales. La mayoría de estas personas viven en asentamientos marginales, en casas que a menudo ellos mismos construyen sin planeación y en predios que no les pertenecen; estableciéndose en colonias populares o ciudades perdidas, donde los vecindarios generalmente no cuentan con servicios básicos como electricidad, drenaje, agua potable o recolección de RSU (Medina, 1999; Aviña-Hernández, 2011); uno de los inconvenientes adicionales de esta actividad es que también se integran grupos vulnerables de la sociedad como niños, ancianos y mujeres embarazadas que carecen de programas de seguridad social. Las condiciones de trabajo de los pepenadores generalmente son insalubres, con riesgo de accidentes y enfermedades diversas (respiratorias, infecciones gastrointestinales, dermatológicas y parasitarias, entre otras), su trabajo es sin contratos, incapacidades médicas, ni indemnizaciones por

accidentes y riesgos de trabajo, los cuales se ven incrementados por la carencia de cultura de seguridad laboral, así como la operación y disposición de residuos peligrosos (Velázquez-Monroy, 1999).

En países en vías de desarrollo, la participación de pepenadores como parte del sector informal de la economía resulta muy común, puesto que prevalece un alto índice de desempleo, altos índices de pobreza, falta de programas de seguridad social para la población más pobre; además de bajos ingresos, bajo nivel educativo, y demanda industrial de materias primas baratas (Medina, 1999).

En México gran parte de los residuos reciclables se obtienen mediante el empleo informal, es decir, la pre-pepena, llevada a cabo por pepenadores primarios principalmente a nivel de acera y otros espacios públicos y la pepena, llevada a cabo por pepenadores secundarios en los sitio de disposición final (SEMARNAT, 2008).

La importancia de considerar a este sector durante los estudios de diagnóstico para la mejora del manejo integral de los residuos, se debe a que este sector constituye uno de los pilares en la recuperación de residuos, además de que este grupo de personas pueden provocar importantes efectos durante la implementación de políticas e instrumentos de MRSU (SEMARNAT, 2003). En otras ciudades del país, cuando se ha tratado de implementar nuevos sistemas de MRSU los pepenadores han saboteado los planes, debido a que afectan sus fuentes de ingresos (Bernache-Pérez, 2006); en el D. F. por ejemplo al establecerse en 1974 la planta industrializadora de desechos sólidos, fracasó debido a que fue saboteada por la unión de pepenadores en reclamo a que el proyecto sólo incorporaba a 40 pepenadores en su operación, sin embargo en el tiradero trabajaban cerca de 3,500 (Castillo-Berthier, 1990). Es por ello que resulta tan importante conocer el impacto económico y social que tiene el desviar la mayor parte de los residuos reciclables a estaciones de transferencia o centros de acopio ya sean de tipo público o privado. En caso de existir una unión de pepenadores (sindicatos, o líderes) los cambios en la estructura del sistema de gestión de residuos se vería obstaculizados, por lo que se tendría que proceder a negociar con los líderes.

En el pasado hubo tentativas de incorporar a los pepenadores a las estructuras formales, sin embargo, no ha tenido éxito debido a que generalmente se ofrecen trabajos de barrido por un sueldo mínimo, mientras que el ingreso por la separación informal es de dos a tres salarios mínimos (SEMARNAT, 2007).

Cualquier estrategia que modifique favorablemente el sistema de MRSU, debe implicar la formalización sistemática de los aspectos informales, subterráneos, alternos o simplemente costumbristas que se han generado con el tiempo (SEMARNAT, 2007). Uno de los aspectos más importantes es que se dignifique el trabajo que realizan los pepenadores y no se niegue su participación durante la planificación de las etapas de MRSU.

2.2.7.4.4 Centros de acopio

Los puntos limpios o centros de acopio fueron definidos por Lesur (2001) como sitios áreas de propiedad privada o pública que se destinan para la acumulación y custodia temporal de diferentes tipos de residuos, con el fin de ser comercializados a nivel local, nacional o internacional para su aprovechamiento posterior.

En ciudades europeas es común la instalación de puntos de recogida municipal de residuos peligrosos como aparatos eléctricos y electrodomésticos. Así por ejemplo en Cataluña, España existen más de 280 puntos, formando parte del proyecto ecojoguina y Reciclajoguina, buscando resolver el problema para los residuos provenientes de los juguetes (Elias-Castells, 2009).

En Vitacura, Chile se inauguró en 2006 un punto limpio, constituyendo uno de los centros de reciclaje más modernos de Sudamérica (Argüelles-del Ángel *et al.*, 2006)

La ley de residuos del D. F. (LRDF, 2003) en su Artículo 59 hace alusión al término más cercano a un centro de acopio especificando que “todo establecimiento mercantil, industrial y de servicios que se dedique a la reutilización o reciclaje de los residuos sólidos deberá cubrir con las siguientes obligaciones:

- Obtener autorización de las autoridades competentes

- Ubicarse en lugares que reúnan los criterios que establezca la normatividad aplicable.
- Instrumentar un plan de manejo aprobado por la secretaría para la operación segura y ambientalmente adecuada de los residuos sólidos que valorice.
- Contar con programas para prevenir y responder a contingencias o emergencias ambientales y accidentales.
- Contar con personal capacitado y continuamente actualizado.
- Contar con garantías financieras para asegurar que al cierre de las operaciones en sus instalaciones, estas queden libres de residuos y no presenten niveles de contaminación que puedan representar un riesgo para la salud humana y el ambiente”.

2.2.7.4.5 Plantas de compostaje.

El compostaje constituye un método de aprovechamiento de los residuos orgánicos fermentables mediante una degradación bioquímica, para convertirlos en un compuesto llamado compost que funciona como mejorador de suelos (Trejo, 1994). Este tratamiento de los residuos orgánicos resulta eficiente cuando las etapas previas al tratamiento manejan los residuos de manera fraccionada, lo cual trae como resultado una buena calidad de los residuos orgánicos sin contaminación. A pesar de la buena fama que tiene el compostaje, también tiene sus limitantes; por ejemplo los sitios destinados para su construcción, deben estar aislados por el olor y la fauna nociva que generan. Se dice también que es un mito el hecho de que sea un fertilizante orgánico (Álvarez-Flores, 2003). Generalmente el costo de realización de estas plantas es elevado y se obtienen resultados a largo plazo, en comparación con la solución inmediata que ofrecen otros mecanismos de disposición final (Martínez, 2005).

En América Latina y el Caribe el compostaje ha sido escasamente empleado, por una parte debido a que los proyectos de inversión no han contado con los estudios de factibilidad

necesarios, incluyendo el de mercado y de comercialización. Muchas plantas han cerrado e incluso los equipos nunca se han instalado (Acurio *et al.*, 1998).

Restrepo (1985) señala que en México se ha probado que es rentable separar y vender residuos reciclables como los metales, papel, cartón, plástico y vidrio, sin embargo la reutilización de los desechos orgánicos sigue siendo un problema. Las causas de la producción ineficiente de composta en México pueden ser debido al ineficiente desarrollo de su mercado, del producto terminado y/o su mala calidad debido a una tecnología inadecuada, altos costos de operación y dificultades en la comercialización por parte de los municipios. Incluso Álvarez-Flores (2013) señala que el GDF (2007) reconoció la gran dificultad para llegar a valores de C/N de 40, lo que limita su verdadero valor como mejorador de suelos.

En un estudio piloto del INE realizado en 2005, se identificaron 59 plantas de compostaje que habían estado operando en algún momento en México (Tabla XII), en las cuales el tiempo de producción de composta reportado varió entre tres y seis meses. Del total de plantas construidas, aproximadamente el 70 % siguen en operación. Las plantas con mayor éxito son las académicas con un 100 % de operación, seguida por las particulares con un 75 %, y por último las municipales con un 63 % de éxito. Dilewski *et al.*, (2002) y Rodríguez-Salinas y Córdova-Vázquez (2006) incluyen gran cantidad de información sobre las experiencias en torno a las plantas de compostaje en México.

Desde el punto de vista económico, se recomienda la instalación de plantas de compostaje en zonas donde la generación total de residuos sea superior a 50,000 toneladas/año, o un equivalente a una proporción de residuos orgánicos superior a las 15,000 toneladas/año o una población superior a 120,000 habitantes (Ferrer, 1997).

En noviembre de 2012, se aprobó en el D. F. una nueva ley que establece los requerimientos mínimos para la producción de composta a partir de la fracción orgánica de los RSU, agrícolas, pecuarios y forestales, así como las especificaciones mínimas de calidad de la composta producida y/o distribuida en el mismo distrito (NADF-020-AMBT-2011).

Tabla XII. Plantas de composta por tipo de propiedad en México para el 2005 (Gutiérrez-Avedoy, 2006). *Corresponde a plantas construidas y operadas por Universidades o Centros Tecnológicos.

Localización	Municipales	Académicas*	Particulares	Total
Estado de México	18 plantas (6 inactivas)	2 plantas	2 plantas	22 plantas (6 inactivas)
Distrito Federal	8 plantas (3 inactivas)	5 plantas	3 plantas	16 plantas (3 inactivas)
Otras Entidades	15 plantas 6 inactivas	---	6 plantas (2 inactivas)	21 plantas (8 inactivas)
Total	41 plantas (15 inactivas)	7 plantas	12 plantas (3 inactivas)	60 plantas (18 inactivas)

2.2.7.5 Disposición final

Esta última etapa del manejo de residuos se encuentra íntimamente relacionada con la preservación del ambiente y la salud de la población. Por definición, corresponde a la "...acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos..." (LGPGIR, 2003).

El método del relleno sanitario ha sido el predilecto en México, América Latina y muchos otros países del mundo para la disposición final de residuos (Acurio *et al.*, 1998; Arzate, 2011), incluso a esta actividad humana se le ha llegado a comparar con el síndrome del gato (Vázquez-Esquivel, 2011).

En México, para prevenir afectaciones a la salud y al ambiente, estos sitios deben cumplir con los requisitos técnicos establecidos por el INE y las Normas Oficiales Mexicanas vigentes (NOM-083), esta última busca impulsar la utilización de predios con vocación natural y establece las condiciones que deben reunir los sitios de disposición final, así como su diseño, operación y clausura (Álvarez-Flores, 2013). Sin embargo, la mayoría de estos sitios en México, no cumplen con las especificaciones técnicas requeridas y los costos de operación de estos sitios representan aproximadamente el 18 % de los costos totales del proceso (Armijo-de Vega, 2006).

Un aspecto de suma importancia por el empleo del relleno sanitario como método de disposición final de residuos, es la preservación y minimización de los impactos negativos hacia el entorno ecológico, los espacios deben conservarse para otros usos de forma racional. A raíz de la escasez de sitios idóneos para la disposición final de residuos y los peligros que involucran su construcción, en México y el mundo uno de los problemas más recurrentes ha sido la selección de la mejor ubicación de los mismos en términos políticos, económicos, sociales y ambientales.

Existe una frase que dice que, "...La solución para ampliar la vida útil de los sitios de disposición final es controlando que sólo ingresen aquellos residuos que sean biodegradables...". Sin embargo, la mejor opción es aprovechar los residuos biodegradables a través del compostaje o biogasificación así como reutilizar y reciclar los residuos inorgánicos como son el cartón, papel, vidrio, plástico y metales; depositando únicamente en los sitios de disposición final aquellos residuos que son considerados como no reciclables para los cuales se haya determinado que técnica, ambiental y económicamente no es factible recuperarlos, como por ejemplo, los residuos domésticos peligrosos, sanitarios, desechables, entre otros. En el trabajo publicado por Hernández-Barrios *et al.* (2003) se puede encontrar más información sobre la operación de estos sitios para la disposición final de residuos en México.

2.2.7.5.1 Tiraderos irregulares

Los tiraderos ilegales, irregulares o también mal denominados como clandestinos (Armijo-de Vega, 2006), son puntos donde ocurre un almacenamiento temporal o recurrente de residuos (Couto-Benítez, 2008), generalmente se ubican en márgenes de caminos, cunetas, cercanos a las orillas de arroyos y ríos, solares, sitios o terrenos baldíos sin un propietario conocido, incluso en espacios naturales protegidos; su localización es predominante en los extrarradios de los centros de población (Gallardo-Izquierdo *et al.*, 2006).

Los tiraderos irregulares a diferencia de los sitios de disposición final oficiales, corresponden a zonas que la población y las autoridades pueden o no conocer a detalle (es decir, pueden ser clandestinos), aunque también pueden ser reconocidos y hacer uso de estos de manera ilegal o irregular, al no cumplir con las regulaciones legales y ambientales, depositándose directamente los residuos en el suelo provocando la contaminación del aire, agua, suelo, generando problemas de salud pública y marginación social (Couto-Benítez, 2008).

La variedad de residuos que se depositan en los tiraderos irregulares es muy amplia, esto es una consecuencia de las estrategias ineficientes de gestión, así como también la falta de medidas preventivas y de remediación (Armijo-de Vega, 2006). Los residuos que se pueden encontrar en estos sitios incluyen desde los de manejo especial como los de la construcción y demolición (escombros, hormigón, ripio, cimbra, tuberías de PVC y fontanería), aparatos eléctricos y electrónicos, electrodomésticos, línea gris y blanca, residuos voluminosos, enseres viejos, y en general, todo tipo de RSU, e incluso RP.

La facilidad de los sitios para la formación de tiraderos irregulares está dada por su fácil acceso y poca iluminación; es por ello que el depósito de residuos en estos sitios ocurre generalmente durante la noche, aunque puede ocurrir a cualquier hora del día. Además de esto, existen otros factores de mayor importancia que provocan su proliferación, como es el ineficiente servicio de recolección de residuos, ya sea por su baja frecuencia o incluso su total ausentismo en algunas zonas, o porque el servicio de recolección de residuos oficial establece restricciones en cuanto a los materiales que recibe por motivos de eficiencia de

recolección y transporte, esto provoca que los generadores se vean obligados a efectuar personalmente el transporte de los residuos, o como segunda opción contratan servicios particulares de transporte (Bernache-Pérez, 2006); de acuerdo con Armijo-de Vega (2006), son precisamente los recolectores privados y particulares quienes llevan a cabo un manejo ineficiente de los residuos, incrementándose la proliferación de tiraderos.

El impacto que tienen los tiraderos irregulares va desde problemas de impacto visual, contaminación del suelo, contaminación de aguas superficiales y subterráneas, emisiones a la atmosfera, malos olores, aparición de vectores como roedores e insectos propagadores de enfermedades, riesgo de explosiones e incendios, hasta la devaluación de propiedades y pérdida de interés del sector comercial e inmobiliario, además de que propician actividades delictivas y la presencia de indigentes; junto con el gasto consecuente que representa para la administración pública responsable de la limpieza y eliminación de dichos micro-vertederos sobre todo en la temporada previa a las lluvias en zonas de cauces de arroyos.

De acuerdo con su extensión, los tiraderos irregulares se pueden clasificar en dos tipos: macro-vertederos y micro-vertederos. Los macro-vertederos son sitios de gran superficie o volumen en los que se han depositado grandes cantidades de residuos; en cambio los micro-vertederos son considerados sitios en los que se depositan residuos en pequeñas cantidades; sin embargo, esta última clasificación no especifica claramente las dimensiones en unidades de peso o volumen que definan claramente este tipo de tiraderos (Comisión Nacional de Medio Ambiente, 2001).

Los suelos donde se depositan residuos son considerados como contaminados de acuerdo con la LGPGIR (2003), y de acuerdo con esta misma ley en su Artículo 100, inciso I, queda prohibido verter RSU en la vía pública, predios baldíos, barrancas, cañadas, ductos de drenaje y alcantarillado, cableado eléctrico o telefónico, de gas; en cuerpos de agua, cavidades subterráneas; áreas naturales protegidas y zonas de conservación ecológica; zonas rurales y lugares no autorizados por la legislación aplicable; así como incinerar residuos a cielo abierto o abrir nuevos tiraderos a cielo abierto.

La LGPGIR (2003) enuncia como atribuciones del gobierno Federal y Estatal, promover la participación de cámaras industriales, comerciales y otras actividades productivas, grupos y organizaciones públicas, académicas, de investigación, privadas y sociales, el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la contaminación de sitios y su remediación. En el artículo 39 de la misma ley se especifica que son los tres órdenes de gobierno los que deben elaborar, actualizar y difundir inventarios de tiraderos de residuos de diferente índole en cada entidad, en los cuales se asienten datos acerca de su ubicación, el origen, características y otros elementos de información que sean útiles a las autoridades, para desarrollar medidas tendientes a evitar o reducir riesgos. La integración de inventarios se debe sustentar en criterios, métodos y sistemas informáticos, previamente acordados, estandarizados y difundidos.

Para poder efectuar las recomendaciones pertinentes para prevenir y sanear estos sitios, es necesario inicialmente efectuar un estudio diagnóstico, que permita generar un padrón con información general como el número, extensión, composición, características, localización y en general el manejo los tiraderos irregulares.

Posterior a la etapa de estudio diagnóstico se pueden implementar medidas de control. Para ello se deberá inicialmente identificar los sitios que se considere más urgente rehabilitar, es decir, priorizar las acciones de acuerdo a criterios como cercanía a viviendas, tamaño del sitio, cantidad o volumen de residuos, el tipo de materiales que los componen, para finalizar con una serie de obras para completar su cierre y posterior reinserción. Tratándose de terrenos de propiedad social el municipio puede hacerse cargo de los residuos reubicándolos cuando resulte factible; cuando los terrenos sean de propiedad privada, corresponderá a los dueños hacerse responsables de sanear los terrenos, de lo contrario se puede proceder a multar, el municipio podrá efectuar la limpieza de los terrenos y en suma cobrar por el mantenimiento del terreno (Rodríguez-Lepure, 2008).

2.3 Antecedentes del área de estudio

2.3.1 Marco legal

2.3.1.1 A nivel estatal

- Constitución Política del Estado libre y soberano de Baja California Sur (CPEBCS)

La CPEBCS publicada en 1975, en su título y capítulo octavos, de los municipios, de las facultades y obligaciones del ayuntamiento, reitera las funciones y servicios públicos relacionados con las etapas de manejo de residuos descritas por la CPEUM. Declara también la facultad que tienen los ayuntamientos para celebrar convenios con otros ayuntamientos pertenecientes a la misma Entidad, con el Gobierno de su Estado y con Ayuntamientos de otras entidades Federativas para la ejecución de obras y prestación de servicios públicos, siempre y cuando sean aprobados previamente por el ayuntamiento local y cuando menos dos terceras partes de los integrantes del Congreso del Estado. En la sección cinco, dentro de las facultades del Congreso, en su Artículo 64, fracción 43, se asientan como responsabilidades del Gobernador del Estado, cuidar que el funcionamiento de los servicios públicos sea uniforme en cuanto a formalidades y expedición de documentos en todo el Estado, y en su caso, exigir y obtener del Ayuntamiento respectivo la inmediata eliminación de cualquier deficiencia o anomalía que se advierta en los procedimientos o en el desempeño de las labores de los servidores públicos.

- Ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de Baja California Sur (LEEPABCS)

Publicada el 30 de noviembre de 1991 y puesta en vigor el primero de enero de 1992. El cumplimiento de esta ley así como la aplicación de sanciones por su violación corresponde a la secretaría de asentamientos humanos y obras públicas del gobierno del estado y los ayuntamientos, de la cual se deriva la “Dirección de Planeación Urbana y Ecología”, unidad administrativa directamente responsable. En esta ley se abordan diversos temas de interés en torno al MRSU, tales como:

- *Responsabilidad de manejo*: artículo 4, fracción VII especifica como atribuciones del gobierno estatal y municipal la regulación de las obras, instalaciones, equipos y acciones para el manejo y disposición final de los residuos sólidos que no sean peligrosos. El artículo 5, fracción IV y XXII especifica como atribución de los gobiernos municipales la regulación, protección, conservación, restauración y mejoramiento del ambiente en los centros de población en relación con los efectos derivados de los servicios públicos municipales, así como la regulación del manejo y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos. El artículo 65, declara que corresponde a los municipios autorizar con arreglo a las normas técnicas ecológicas correspondientes, la realización y funcionamiento de los sistemas de manejo de residuos no peligrosos, pudiendo los municipios otorgar asignaciones, autorizaciones o concesiones a particulares para la recolección, explotación, reciclaje o disposición final de RSU. El capítulo VII que lleva por nombre “el manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos”, en sus artículos del 73 al 77, especifica que toda persona que realice actividades donde genere, almacene, recolecte, transporte, trate, use, reúse, recicle o disponga de residuos sólidos y de lento desvanecimiento deberá obtener autorización del municipio que corresponda y sujetarse a lo dispuesto por la misma ley, reglamentos y demás normas técnicas ecológicas.
- *Especificaciones y requerimientos de infraestructura*: En el artículo 55, se declara será imprescindible la presentación de estudios hidrológicos y geohidrológicos durante la ubicación de vertederos de residuos sólidos tanto de jurisdicción federal, estatal o municipal. El artículo 77 declara que el establecimiento de sitios de disposición final de residuos es de utilidad pública, por lo que el gobierno del Estado decretará la expropiación de terrenos para tal fin y establecerá medidas para restringir el uso del suelo dentro de estas zonas, cuando se compruebe que el sitio elegido es el que reúne las mejores características, de acuerdo al plan de ordenamiento ecológico y al plan de desarrollo urbano.
- *Prevención de la contaminación*: El artículo 63, fracción II y IV, establece como criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo, la operación de los

sistemas de limpia y de disposición final de residuos en rellenos sanitarios, así como el otorgamiento de autorizaciones para la instalación y operación de confinamientos o depósitos de residuos.

- *Uso de envases y embalajes:* En el capítulo IV, artículo 62, fracción II, III y IV, se especifica deberán ser controlados los residuos ya que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos; para lo cual es necesario normar y regular el uso de envases, empaques y embalajes de materiales no biodegradables o no reciclables; así como controlar la generación de residuos sólidos e incorporar técnicas o procedimientos para su reúso y reciclaje. En el artículo 75 se especifica que son las autoridades estatales y municipales las que deberán promover la utilización de empaques y envases para todo tipo de productos cuyos materiales permitan reducir la generación de residuos sólidos y la clasificación de los mismos.
- *Educación ambiental:* artículo 37, fracción III y V, especifica como atribuciones del gobierno estatal en coordinación con los municipios, la promoción de la celebración de convenios con los diversos medios de comunicación masiva para la difusión, información y promoción de acciones ecológicas; así como el impulsar el fortalecimiento de la conciencia ecológica, a través de la realización de acciones conjuntas con la comunidad para la preservación y mejoramiento del ambiente, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y el correcto manejo de los desechos, para lo cual es obligatorio celebrar convenios de concertación con comunidades urbanas y rurales, así como diversas organizaciones sociales.
- *Denuncia ciudadana:* capítulo II, especifica las atribuciones legales de la sociedad para denunciar ante las autoridades hechos, actos u omisiones que produzcan o puedan producir desequilibrios al ecosistema o sean nocivos al ambiente.
- *Incentivos fiscales:* el artículo 50, fracción II y IV, se declara que el gobierno del estado y los municipios podrán otorgar estímulos fiscales a quienes efectúen investigaciones de tecnología, que favorezcan el reciclaje de todo tipo de material de desecho y cuya aplicación disminuya la generación de emisiones contaminantes; así como aquellos que diseñen, fabriquen, instalen o proporcionen mantenimiento a

equipos de reciclaje, filtrado, combustión, control y en general de tratamiento de emisiones contaminantes en zonas urbanas.

- *Gestión de recursos económicos para fortalecimiento de infraestructura para el MRSU*: el artículo 76 declara como responsabilidad de la secretaría de asentamientos humanos y obras públicas del gobierno del Estado la celebración de acuerdos de coordinación con los municipios para implementar y obtener financiamiento en la formulación de programas para la reutilización de residuos sólidos, la elaboración de inventarios de residuos y de sus fuentes generadoras, la evaluación y mejoramiento de los sistemas de recolección, tratamiento y disposición final, así como la identificación y alternativas de reutilización y disposición final de residuos.

- **Ley orgánica municipal reglamentaria del título octavo de la Constitución política del Estado de Baja California Sur.**

La importancia que tiene esta ley en torno al MRSU es la facultad que se les otorga a los mandatarios a nivel municipal para crear y en su caso modificar o suprimir los departamentos y dependencias necesarios para el desempeño de los negocios del orden administrativo y para la eficaz prestación de los servicios públicos municipales; es decir que se da la oportunidad de cambiar a su criterio la estrategia de manejo de RSU, así como el de crear todos los reglamentos municipales necesarios para el cumplimiento de sus fines, organización y funcionamiento de los servicios públicos municipales.

- **Ley de Hacienda para el municipio de La Paz, Baja California Sur**

Los códigos hacendarios establecidos por esta ley, adquieren relevancia entorno al manejo de los RSU ya que en esta se establecen los servicios públicos por los que el municipio puede percibir ingresos. En el capítulo XIV, artículo 116, se establece como obligatoria la celebración de convenios entre los establecimientos comerciales, industriales, hoteles, restaurantes, hospitales privados, oficinas administrativas o de prestación de servicios, y la tesorería General Municipal a través de la DGSPM, con el objeto de hacer cumplir el

derecho de este último a prestar el servicio de recolección de basura. El establecimiento de las tarifas se hace de acuerdo con la frecuencia de recolección necesaria y el volumen de generación de cada particular. La forma de pago se hará mensual o anual de acuerdo como la empresa lo requiera.

- **Ley que regula a los establecimientos dedicados a la compra-venta de cobre, aluminio, bronce, fierro y demás metales de desecho en el estado de Baja California Sur.**

Es una ley publicada reciente el 06 Julio 2011, entró en vigor el 06 de Septiembre del mismo año, tiene por objeto regular la actividad de todos los establecimientos dedicados al acopio de metales, esto es con el fin de mantener una mayor inspección y vigilancia en estos sitios, verificando el origen de los residuos que compran y su destino. La publicación de esta ley es una consecuencia de los altos índices delictivos por robo que se han venido presentando en el Estado y su capital, de tapas de alcantarillas, medidores y otros objetos identificables como propiedad de organismos operadores de agua y alcantarillado, empresas prestadoras de servicios públicos, instituciones educativas y otros establecimientos públicos y privados.

2.3.1.2 A nivel Municipal

- Bando de policía y buen gobierno

Creado el 30 de marzo de 1989. En este reglamento se describe a mayor detalle las atribuciones de cada uno de los actores a nivel local en torno al MRSU, así como las contravenciones al régimen de seguridad y salud de la población:

Responsabilidad de manejo de RSU: en su artículo cuarto, fracción II, describe como responsabilidad del gobierno municipal y el orden público garantizar la prestación y funcionamiento de los servicios públicos municipales; en el artículo 58 especifica que la prestación de los servicios públicos municipales será realizada por el órgano municipal que al efecto designe el ayuntamiento, y la prestación por particulares de los servicios municipales, requerirá el otorgamiento de concesión de parte del ayuntamiento, conforme a

la Ley Orgánica Municipal. Así pues, cuando el ayuntamiento suprima o sea prestado a particulares un servicio público municipal, los bienes destinados a la prestación del servicio podrán pasar a formar parte del patrimonio municipal, cuando el ayuntamiento así lo determine y mediante el pago de los mismos.

Atribuciones al cuerpo de policía: el artículo 14, fracción XIII especifica como obligaciones y atribuciones de los cuerpos de policía, vigilar que la limpieza y aseo de la vía pública, se cumplan puntualmente por los vecinos.

Atribuciones de los habitantes de La Paz: en el artículo 20, fracciones IV, V, X y XI se declaran obligaciones de los habitantes del municipio de La Paz, contribuir a la limpieza y ornato del territorio municipal, así como cuidar de la conservación de los servicios públicos, depositar la basura en un receptáculo adecuado y respetar las disposiciones de la DGSPM, en relación con el servicio de basura.

Contravenciones al régimen de seguridad y salud de la población: en el artículo 36, fracción XI se consideran contravenciones de seguridad, arrojar o mantener en la vía pública objetos que contribuyan al deterioro de la limpieza de la ciudad o que puedan causar daño o molestias a los vecinos o transeúntes. En el artículo 46, fracciones I, III, XII, XIII, XIV, XVII, se consideran contravenciones a la salud, arrojar o mantener en la vía pública animales, escombros, basura o sustancias fétidas que contribuyan al deterioro de la limpieza de la ciudad; contaminar, ensuciar, estorbar o desperdiciar las corrientes de agua, fuentes públicas, acueductos, tuberías y piletas; no conservar aseadas las banquetas, fachadas y frente de calles del lugar en que se habita; no recoger diariamente la basura del tramo de calle o banqueta que les correspondan; dejar en la vía pública objetos repugnantes o que puedan producir contaminación, así como dejar residuos de alimentos u otros desechos en playas.

- **Reglamento de aseo, limpia, desechos peligrosos y potencialmente peligrosos del municipio de La Paz, B. C. S.**

Publicada el 01 de junio de 1995, en este se describe a detalle las responsabilidades que adquieren cada uno de los involucrados en torno al MRSU, RP y RME generados en el municipio de La Paz. En sus 11 capítulos, se incluyen las disposiciones generales; resumen sobre el servicio de aseo y limpia; detalles sobre los residuos habitacionales, comerciales e industriales; de los residuos peligrosos y/o potencialmente peligrosos; residuos específicos; la obligación y participación ciudadana; de inspección y vigilancia; medidas de seguridad; sanciones administrativas; de los recursos de inconformidad y de la denuncia popular.

2.3.2 Problemática en torno al manejo de los residuos sólidos urbanos

La problemática que se presenta a nivel municipal y concretamente en la Ciudad de La Paz, es una consecuencia multifactorial; el hecho de generar diariamente cientos de toneladas de RSU, imposibilita a los tomadores de decisiones comprender el problema con una visión global, su objetivo a corto plazo es deshacerse de los residuos que la sociedad paceña demanda sean retirados de su entorno más cercano, de manera que se limitan a cumplir con actividades técnicas de manejo más visibles como son la recolección, transporte y disposición final de los RSU. Así pues el MR, el MIR y su GIRSU parecen estar relegados por los mandos medios y altos de la administración municipal. Este problema se acentúa debido a que cada tres años son sustituidos por otros funcionarios quienes tampoco contemplan planes a largo plazo con un enfoque institucional, financiero y de participación ciudadana. En general, esta tendencia ha permanecido en los últimos 14 cambios de gobierno municipal y se puede seguir por tiempo indefinido con el mismo enfoque técnico, elaborando reportes, utilizando recursos del gobierno federal para solventar los gastos excesivos de transporte, pago de nóminas y reparación de los equipos, entre otros.

El manejo ineficiente de los RSU trae consigo problemas de descontento social, de salud pública, deterioro de la imagen urbana, contaminación ambiental, mal uso de los recursos económicos, así como el desperdicio de recursos susceptibles a aprovechamiento que actualmente están siendo dispuestos en sitios para su disposición final de manera definitiva, perdiéndose la oportunidad de reincorporarlos a su ciclo productivo. Además, si se toma en consideración que la tendencia en la generación de residuos se ve incrementada día a día

como resultado de un gran número de factores, el manejo de los mismos en general resulta cada vez más complicado.

2.3.3 Etapas de manejo de residuos sólidos urbanos

A continuación se describe la situación en torno a las seis etapas de MRSU en la Ciudad de La Paz, B. C. S., esto es principalmente a través de la revisión bibliográfica de trabajos de investigación locales.

2.3.3.1 Generación

A pesar de constituir esta etapa uno de los aspectos fundamentales en el manejo de los residuos, se tienen deficiencias para establecer cifras confiables de generación de residuos, declarándose variaciones diarias entre las 250 y 400 toneladas, se desconoce la tendencia en generación de residuos considerando datos históricos, no se describe la composición por tipo de residuos en porcentajes en peso y mucho menos la determinación de su origen ya que la recolección se efectúa en masa, tanto por el servicio de recolección municipal como por los particulares que tienen acceso a las instalaciones del relleno sanitario para la disposición final de los mismos.

Como antecedentes sobre la generación de RSU en la Ciudad de La Paz, se tienen los trabajos de Avilés-Matus (1995), Encarnación-Geraldo (2005), Martínez-Velázquez (2005) y Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez (2005). Sin embargo en estos estudios se limitan a recopilar la información correspondiente al periodo de su investigación pero ninguno con datos históricos que integren el total de información disponible hasta la fecha de su estudio. No es hasta 2010, que un estudio integra información relacionada con datos históricos correspondientes a los periodos anuales 1996-2009 (CIM, 2010), y otro estudio publica cifras de proyección en la generación de residuos a nivel municipal hasta el 2025 (IIRN, 2010).

En trabajos previos de investigación local, es común que se reporte la generación total en peso expresadas como toneladas de residuos por zona de acuerdo al día de recolección correspondiente; sin embargo, esta forma de reportar resultados puede resultar confusa, ya

que no significa que precisamente ese día en particular se genere el monto especificado, esto se debe a que tales residuos han sido acumulados por los generadores durante tres o cuatro días previos en los puntos de pre-recolección. Resultaría adecuada esta forma de reportar resultados si la recolección de residuos se llevara a cabo diariamente, sin embargo esta práctica resulta técnica, económica y socialmente inviable. Por todo lo anterior, es que en este trabajo, se considera que la forma más apropiada de reportar la generación es considerando como mínimo la unidad de estudio correspondiente a una semana, un mes, bimestral e incluso anual, ya que durante este periodo se cubre la recolección de residuos en cualquier zona de la ciudad.

2.3.3.1.1 Generación per cápita de residuos sólidos urbanos

Trabajos previos de investigación local en el tema, reportan cifras alarmantes de la GPC de RSU. Martínez-Velázquez (2005) estima una generación entre 1.7 y 2.0 kg/hab/día (considerando una población de 196,907 habitantes y una generación de 127,750 toneladas/año); y de 1.7 kg/hab/día (considerando una población de 239,567 habitantes y una generación de residuos de 407.26 toneladas/día) (IIRN, 2010).

2.3.3.1.2 Generación per cápita de residuos sólidos domésticos

En la ciudad de La Paz, aún no se han realizado estudios para determinar la GPC de RSD.

2.3.3.1.3 Caracterización de residuos sólidos urbanos y domésticos

Martínez-Velázquez (2005) efectuó una caracterización de RSD contemplando una diferenciación por estratos socioeconómicos, en el cual se seleccionaron tres colonias de la ciudad de La Paz (Fidepaz, Márquez de León y Santa Fe). La colonia Márquez de León corresponde al sector más bajo, considerada incluso como una ciudad perdida; la colonia Santa Fe se puede clasificar en un nivel intermedio, mientras que Fidepaz es una de las colonias más lujosas y exclusivas de la Ciudad. A pesar de considerar tres estratos socioeconómicos y haber empleado un tamaño de muestra razonable de 100 hogares por cada estrato, su investigación tiene el inconveniente de no utilizar una metodología

establecida por la normatividad mexicana u otra con referencia en trabajos académicos con experiencia en el campo.

Tabla XIII. Generación por tipo de residuos sólidos domésticos en tres diferentes estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz, B. C. S. reportada en composición porcentual (Martínez-Velázquez, 2005).

Residuo	Colonia			Promedio
	Márquez de León	Santa Fe	Fidepaz	
Papel	34	37	32	34.3
Cartón	2	6	3	3.7
Plástico	26	13	18	19
Vidrio	0	0	1	0.3
Aluminio	1	1	0	0.7
Residuos orgánicos	37	43	46	42
TOTAL	100	100	100	100

Además de este trabajo de caracterización de residuos, existe otro publicado en 2006 a petición de la Dirección General de Desarrollo Urbano y Ecología a la empresa Ingeniería Integral y Recursos Naturales S. A. de C. V. (IIRN). Esta empresa de gestoría ambiental, ha desarrollado también manuales de operación y clausura del relleno sanitario, y del servicio de recolección y transporte. En este trabajo emplearon un número reducido de 60 hogares como tamaño de muestra, sin embargo, no se relacionó la generación de residuos con el número de habitantes por hogar, así como tampoco los días de acopio de los mismos, por lo que no se pueden obtener cifras confiables de la GPC; además de que no se trata de un estudio a nivel local, sino Municipal en más de 39 delegaciones, incluyendo residuos generados zonas rurales y pequeños comercios.

Como único antecedente de la densidad de residuos en la Ciudad de La Paz, se tiene el reporte de IIRN (2006), indicando que para estimar el volumen en metros cúbicos de los RSU se utilizó una densidad máxima promedio de 500 kg/m^3 , como peso volumétrico al que pueden compactar los camiones recolectores en la Ciudad de La Paz, B. C. S.

Tabla XIV. Generación por tipo de residuos sólidos urbanos en el municipio de La Paz, B. C. S. reportada en composición porcentual (IIRN, 2006).

Residuo		%	%
Papel	Papel	6	6
Cartón	Cartón	3.6	3.6
Plástico	Plástico rígido	2	
	Plástico película	4.4	
	PET	5.9	
	Hule	3.6	15.9
Vidrio	Vidrio transparente	2.2	
	Vidrio de color	0.5	2.7
Metales	Latas	3.6	
	Material ferroso	1.4	
	Material no ferroso	0.5	5.5
Textiles	Trapo	3.5	3.5
Materia	Restos de alimentos	14.7	
Orgánica	Restos de jardinería	29	43.7
	Hueso	1	
	Tierra	10.4	
Otros	Residuos finos	1.7	
	Pañal desechable	1.9	
	Otros	4.1	19.1
TOTAL		100	100

2.3.3.2 Pre- recolección

Se tienen como referencia tres estudios locales para determinar el grado de fraccionamiento de los residuos en la fuente (Avilés-Matus, 1995; Martínez-Velázquez, 2005; IIRN, 2010). Estos estudios describen que la mayor parte de la población desecha los residuos en masa, es decir, como una mezcla entre las diferentes categorías de residuos, lo cual dificulta las actividades de pepena, así como el aprovechamiento de residuos para su procesamiento y

comercialización, y tampoco ayuda en la reducción del volumen de residuos depositados en el relleno sanitario.

Avilés-Matus (1995) reporta que para el almacenamiento y depósito previo a la recolección de RSU, no se exige ni se realiza la separación de los mismos, así como tampoco se especifica ningún tipo de señalamiento en particular para los recipientes a emplear. Entre los recipientes más utilizados se tienen las cajas de cartón, bolsas y botes de plástico y tambos de lámina y fierro.

Martínez-Velázquez (2005), reporta que no se lleva a cabo una pre-recolección fraccionada de los residuos en la fuente en la colonia Santa Fe de esta Ciudad, en la cual aplicó una encuesta con la cual se pudo observar que sólo el 16 % de las familias efectuaban una separación en dos fracciones: materia orgánica y el resto, la mayoría de los participantes lo hacían con el fin de alimentar a sus mascotas a partir de los restos de los alimentos o simplemente con el objetivo de enterrar tales residuos en sus jardines. El resto de las familias (84 %) declaró que no separa los RSD como consecuencia de la falta de cultura en el tema, la falta de tiempo y la falta de un instrumento jurídico en el cual se obligara a separarlos. Es así que, aunque existan personas interesadas en separar los residuos, finalmente el hecho de que se mezclen en el camión recolector, provoca desánimo y desinterés por mantener esta práctica.

En la misma encuesta elaborada por Martínez-Velázquez (2005) se preguntó sobre su disposición para que otras personas llevaran a cabo la separación de los residuos o si consideraban que ellos mismos debían hacerlo, a lo que el 63 % respondió que preferían hacerlo ellos mismos, puesto que consideraron que los generadores de los residuos son quienes deben hacerse responsables de ellos.

2.3.3.3 Recolección y transporte

Como dato más antiguo sobre la recolección y transporte de residuos en la Ciudad de La Paz, se tiene que en 1991 (durante el periodo administrativo del VII Ayuntamiento de La Paz, correspondiente al periodo 1990-1993) se modificó la estrategia administrativa,

desconcentrándose los servicios de la DGSPM en una administración por sectores, instalándose un total de cinco sectores, cada uno con una coordinación y una coordinación general, este cambio fue con la justificación de favorecer la distribución de los servicios públicos hacia la comunidad, sin embargo esto trajo consigo un incremento del aparato administrativo y del mantenimiento de las instalaciones; al desconcentrarse el equipo también se dificultó la sustitución de equipo averiado. Avilés-Matus (1995) menciona que este tipo de administración por sectores es justificable sólo en grandes zonas urbanas, sin embargo la Ciudad de La Paz, en esa fecha tenía apenas una población aproximada de 162,954 habitantes.

A partir de entonces, la DGSPM estableció una estrategia de recolección y transporte de residuos que ha prevalecido hasta la actualidad basada en la división de la Ciudad en tres sectores (I, II y III) los cuales a su vez se dividen en 64 zonas y aproximadamente 125 colonias, con servicio de recolección bisemanal (2 veces por semana) en dos turnos, matutino (6 a 12 horas) y vespertino (de 12 a 18 horas). Además se tiene una zona comercial y turística (1A) que pertenece al sector I, a la cual se le presta atención especial, y es atendida dos veces al día (Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez, 2005). De esta forma, la recolección y transporte de residuos se organiza en cuatro itinerarios (sectores I, II, III y zona 1A).

La ubicación aproximada de los tres sectores establecidos para la Ciudad de La Paz es (DGSPM, 2009; Encarnación Geraldo, 2005):

- Sector I. Integrada por 38 colonias. Comprende desde el Paseo Álvaro Obregón a la avenida Isabel la Católica y del conjunto habitacional Pedregal del Cortez a la Cola de la Ballena. Además de sectores conurbanos como Chametla y Centenario. Con servicio de recolección lunes y jueves. Este sector incluye a la zona turística y comercial (1A) que corresponde a la zona ubicada sobre el paseo Álvaro Obregón (malecón costero).

- Sector II. Integrada por 46 colonias. Comprende desde la Avenida Isabel la Católica a la calle Juan Domínguez Cota y de la Calle Tabasco al Bordo de contención. Con servicio de recolección martes y viernes.
- Sector III. Integrada por 41 colonias. Comprende desde la Calle Juan Domínguez Cota al Cerro atravesado y del Fondo Legal al Fraccionamiento Calafia. Con servicio de recolección miércoles y sábados.

El recorrido de los camiones se efectúa de este a oeste y de norte a sur de la Ciudad (Avilés-Matus, 1995). En los sectores I, II y la zona comercial y turística el servicio de recolección de residuos se facilita dado que es la parte plana y la traza urbana es regular, es precisamente en estas zonas de la ciudad donde predomina la estrategia tipo en acera con la técnica de puerta a puerta (PAP), es decir, el ciudadano no camina grandes distancias para disponer sus residuos; sin embargo en amplios sectores de la zona III y zonas dispersas de las zonas I y II se atiende por una combinación de sistemas, a distancia con paradas establecidas. Esto se debe a que algunas colonias están en las partes altas, otras colonias están alejadas y se ubican en las periferias de la ciudad; las calles son estrechas o de acceso restringido, hay condominios multifamiliares, privadas, pendientes altas, retornos, o tienen cualquier otra condición que dificulta el acceso y hace ineficiente el sistema de recolección de residuos. Estas condiciones de dificultad para la recolección se pueden observar en las colonias Solidaridad, INDECO, Pedregal del Cortez, FOVISSSTE, SETRA, Arcos del Sol, Misioneros, Loma Linda, BANOBRAS, Navarro Rubio y una sección de la zona Centro, en las cuales están instalados 38 contenedores (Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez, 2005; Encarnación-Geraldo, 2005; IIRN, 2006). Las zonas más conflictivas para la recolección y transporte de residuos son las nuevas colonias de la zona sur de la ciudad (entre el tramo de la colonia Calafia en dirección a la delegación de San Pedro), las cuales han presentado un crecimiento acelerado en el número de conjuntos habitacionales (Encarnación-Geraldo, 2005).

El personal del departamento de recolección y transporte de residuos, trabajan siete días a la semana durante todo el año. Como antecedente de sus condiciones de trabajo se tiene que no cuentan con el equipo de protección personal adecuado (guantes, botas, gorra,

mascarillas, chalecos protectores fluorescentes y uniformes) (Encarnación-Geraldo, 2005). El número total de trabajadores involucrados hasta 2010 en la etapa de recolección de residuos era de 133 (16 eventuales, y 177 basificados) (IIRN, 2010). El gran número de trabajadores del sistema es considerado como una de las fortalezas del sistema de recolección, ya que además de esto tienen la disposición para realizar sus labores cotidianas a pesar de las inclemencias del tiempo; sin embargo, como una de las mayores desventajas se tiene que aproximadamente el 30 % de estos trabajadores se encuentran en edad madura (> 60 años) y el 70 % restante entre el rango de los 18 y 40 años de edad (Encarnación-Geraldo, 2005). El equipo de trabajo está conformado por el conductor (operador) acompañado por dos o tres ayudantes.

Diariamente a cada camión se le asigna una o varias secciones y horario (ya sea matutino o vespertino), para lo cual se recorre la zona sin importar que esta labor se termine ya sea en 2, 6 e incluso 8 horas, es decir, lo que importa realmente es que la zona quede totalmente cubierta, sin importar el tiempo que implique la tarea o el número de vueltas que el camión recolector tenga que realizar hasta el relleno sanitario para descargar. Lo anterior da lugar tanto a holgura como saturación en los tiempos de recolección para los encargados de las unidades recolectoras, ya sea porque los tiempos que demanda una zona son cortos, mientras que otras zonas demandan en mayor medida el servicio. El rango de variación en horas para cada viaje es de 5 a 8 horas.

Encarnación-Geraldo (2005) señala como una de las ventajas del sector, el buen estado de las unidades y el financiamiento disponible para su reparación, aunque por otro lado, señala las principales desventajas por el número escaso de camiones recolectores. Es importante señalar que este trabajo fue publicado en noviembre de 2005, mientras que otro trabajo publicado en Abril del mismo año (Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez, 2005) señala la disponibilidad de al menos 30 camiones recolectores con modelos desde 1998 a 2005 (de los cuales cuatro de estos pertenecían a las delegaciones de Los Planes, Los Barriles, Todos Santos y Pescadero). Es probable que para lo reportado por Encarnación-Geraldo (2005) algunos de los camiones se encontraran fuera de servicio o en reparación.

Además de la recolección y transporte de residuos en la localidad, también se presta el servicio fuera de la zona urbana, esto es una vez a la semana (generalmente los días domingos), se fleta un vehículo tipo camión compactador de carga trasera para recolectar y transportar los residuos generados en poblaciones al norte del municipio como Santa Rita, Las Pocitas y el Cien, y de igual forma se da servicio al Valle del Carrizal y La Trinidad (IIRN, 2010).

Avilés-Matus (1995) reporta que durante el periodo Mayo 1993- Abril 1994, es decir hace aproximadamente 18 años, se tenían registros de un total de 48,639.933 toneladas de residuos dispuestas en el relleno sanitario, de los cuales sólo 2,714.054 provinieron del sector privado y particular, es decir, el 5.57 %, con una variación mensual del 4.89 al 8.00 %, mientras que el sector oficial, dispuso un total 45,925.879 toneladas, equivalentes al 94.42 %, con una variación mensual entre el 92 y 95 %.

En cambio, IIRN (2010) señala que la DGSPM hasta la fecha de su estudio sólo satisface alrededor del 67 % de la demanda por servicio de recolección y transporte, mientras que el resto (33 %) es cubierto por empresas privadas y particulares (principalmente por las empresas “Promotora Ambiental” conocida como PASA, Ecología y Desarrollo, Recoclean, entre otros particulares). De acuerdo con IIRN (2010), la carga en toneladas del servicio privado es de 0.97 ton/viaje, mientras que las oficiales tienen un promedio de carga de 5.36 ton/viaje.

Con todo lo anterior, se tiene que en trabajos previos se describen las rutas y sectores de recolección pero no la eficiencia, los gastos y mucho menos propuestas para mejorar esta estrategia seleccionada hace aproximadamente 15 años.

2.3.3.4 Aprovechamiento

En la etapa de tratamiento sólo tres trabajos mencionan la existencia de centros de acopio de residuos, pero no los montos de recuperación, destino de los residuos, entre otros datos de importancia para comprender mejor el mercado de los residuos reciclables en la ciudad.

Avilés-Matus (1995) señala la escasa actividad de centros de acopio de residuos ubicados en la ciudad de La Paz; sólo menciona la existencia de dos empresas comercializadoras de metales, dos empresas comercializadoras de plásticos, así como otras dos empresas comercializadoras de papel y cartón.

Martínez-Velázquez (2005) retoma el tema de los centros de acopio y describe el tipo de residuos que reciben, la forma de trabajo, ubicación, nombre del propietario, antigüedad de la empresa, y destino final de los residuos. Sin embargo, es probable que su investigación haya sido basada en el trabajo de Avilés-Matus (1995), puesto que coincide en su clasificación.

Estas fuentes bibliográficas han permitido identificar únicamente a tres centros de acopio con la función de reciclaje por antonomasia, las cuales han trabajado con residuos como el plástico, cartón y papel; mientras que empresas que incentivan el reúso mediante el acopio y transporte de residuos han llegado hasta una veintena, acopiando principalmente metales, plástico, papel, cartón y vidrio.

En 2010, IIRN declara que el reciclaje en el municipio de La Paz es mínimo, prevaleciendo centros de acopio que manejan cantidades relativamente bajas de residuos para ser de interés para una empresa recicladora, además consideran que no existe suficiente generación de residuos reciclables para ser considerados una opción económicamente factible. En el mismo documento se menciona que antes y durante la recolección y transporte de RSU, los trabajadores auxiliares contratados por la DGSPM y pepenadores tanto primarios como secundarios, separan los residuos susceptibles a valorización integrándolos al sector informal. Los residuos que se separan para su reciclaje son metales, plásticos, papel y cartón, principalmente (IIRN, 2010).

Sobre un centro de acopio de plástico, Medio Ambiente y Desarrollo, IIRN (2010), cita que de acuerdo con información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo y Fomento Económico del Gobierno del Estado de B. C. S., la empresa necesita procesar por lo menos 30 toneladas de plástico al mes para que la producción sea costeable y señala también que

los materiales que produce esta organización están en una etapa de prueba para conocer su eficacia, aunque ya se han venido comercializando paulatinamente.

En una nota publicada en un periódico de circulación local “*El Sudcaliforniano*”, con fecha del 27 de febrero de 2011, “Ningún Ayuntamiento cumple con la Ley de Ecología”, se dice que existen en la Ciudad de La Paz tan sólo un par de empresas dedicadas a la recolección de residuos, y que a diferencia del resto de la República Mexicana donde se declara que la basura es un negocio, acá apenas es perceptible y con un mercado aún virgen.

En otra nota publicada con fecha del 27 de mayo de 2011 en el mismo periódico de circulación local se declara la existencia de al menos una treintena de establecimientos dedicados al acopio de residuos reciclables. De los cuales, critican a las chatarrerías por la forma de hacer negocio con metales como el cobre, el cual puede proceder de sustracción ilegal a instalaciones hidráulicas y eléctricas a nivel doméstico, comercial, institucional y todo tipo de establecimientos públicos y privados, provocando problemas sociales de abastecimiento de agua potable y energía eléctrica a los habitantes de la capital del estado. Incluso en abril de 2011, el XIII Ayuntamiento de La Paz, a nombre del antiguo director de la DGSPM, el C. Estuardo González Rodríguez entregó una notificación a todos los establecimientos dedicados a la compra y venta de chatarra, indicando que se había presentado un aumento en el robo de grandes cantidades de cable de cobre en postes de alumbrado público, medidores de agua en parques los cuales son propiedad del Ayuntamiento, y solicitó a estas empresas comunicarse para dar aviso a las autoridades al identificar cable cobre de número 4, 6, 8 y 10, y sancionar a los responsables de tales robos.

2.3.3.5 Disposición final

La disposición final de los residuos sólidos se realiza de manera oficial en un relleno sanitario que de acuerdo a la norma 083, se le clasifica como tiradero controlado debido a que no cumple con las especificaciones de construcción y operación. Si bien esta es una solución inmediata, sin embargo no resuelve el problema de fondo, ya que solo es trasladar la basura de un lugar a otro (Martínez-Velázquez, 2005).

Sus instalaciones se ubican hacia el oriente de la ciudad, a 12 km del núcleo urbano (camino a las cruces), con una extensión aproximada de 50 hectáreas (Avilés-Matus, 1995; Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez, 2005; IIRN, 2006).

Actualmente, el relleno sanitario es propiedad del ayuntamiento y es manejado de acuerdo a sus lineamientos.

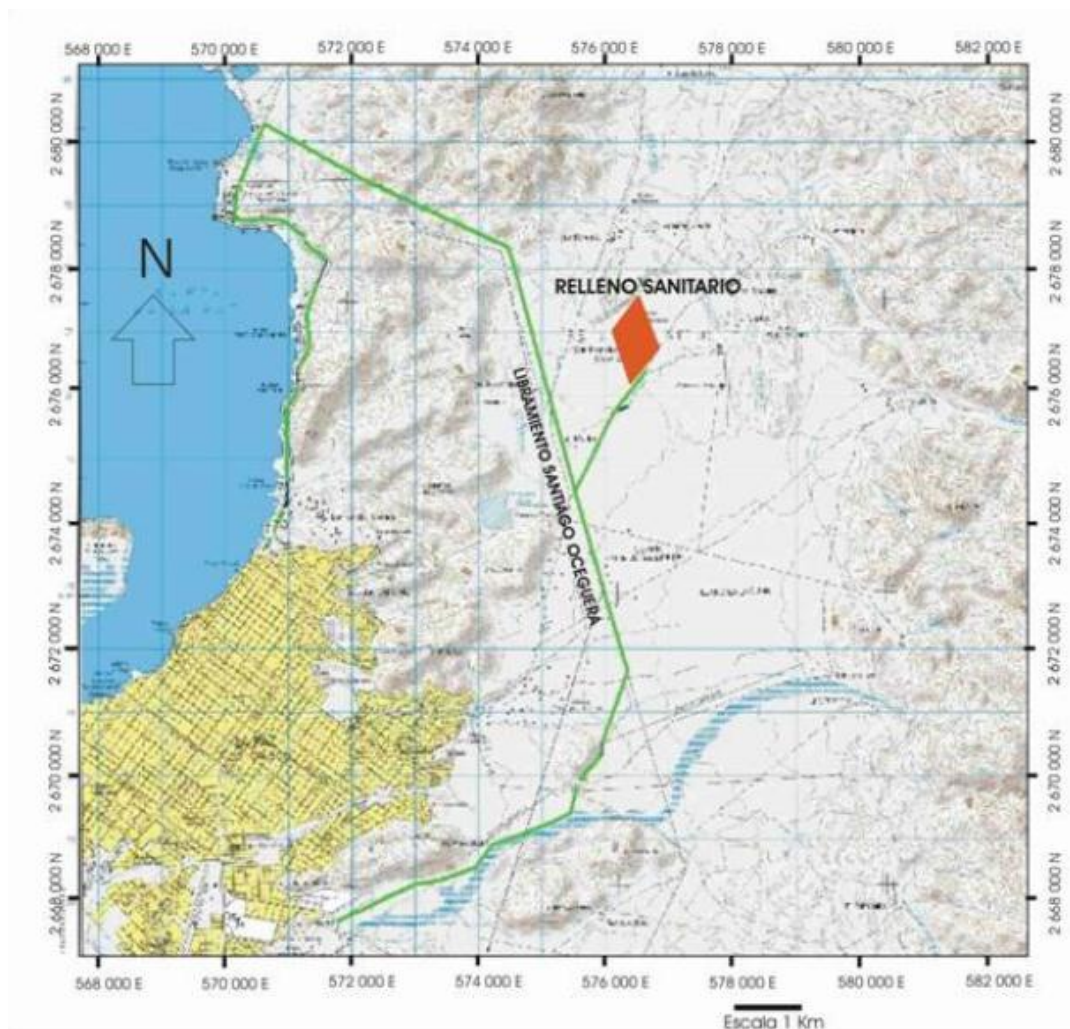


Figura 6. Ubicación del tiradero controlado en la Ciudad de La Paz (IIRN, 2006).

Este sitio inició operaciones en Enero de 1993 bajo el Gobierno municipal del C. Adán Rufo Velarde; fue proyectado y construido por SEDESOL, mediante un convenio entre

PRONASOL y el Ayuntamiento, en el cual este último se comprometió aportar el terreno y el 50 % de obra civil (Avilés-Matus, 1995).

Avilés-Matus (1995) y Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez (2005), mencionan que la capacidad proyectada de las trincheras en un inicio fue de 60,000 toneladas de basura cada una, quedando capacidad para 22 trincheras adicionales para operar en un periodo de 20 años” (equivalente a 1,320,000 toneladas de residuos), sin embargo, han pasado ya 19 años (desde Enero de 1993) y en este se han depositado ya más de 2,000,000 de toneladas (IIRN, 2010), las autoridades por su parte señalan que el sitio aún tiene un periodo de vida útil de 10 años adicionales y contemplan utilizar terreno anexo al actual para extender su operación en los años venideros.

Martínez-Velázquez (2005) indica según reportes del equipo de Geología a cargo del Dr. Jobst Wurl de la Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS), que el tiradero controlado presentaba serias deficiencias en los procesos de manejo y operación. También menciona que el tiradero controlado requería de mantenimiento, dado que promovía la generación de tiraderos irregulares en los márgenes del camino sobre todo en las proximidades al tiradero.

La publicación de la norma 083 provocó que se realizaran entre los años 2006 y 2007 un total de cuatro estudios referentes a la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias al sitio de disposición final oficial en la ciudad. La elaboración de tales estudios estuvo sometida a licitación, promovida por el departamento de Ecología Municipal, siendo la empresa gestora ambiental “Ingeniería Integral y Recursos Naturales” (IIRN) la ganadora en todas las licitaciones, los trabajos publicados fueron:

- Estudios previos al diseño de las nuevas trincheras en el actual relleno de residuos de la Ciudad de La Paz, B. C. S. Septiembre de 2006. 109p.
- Proyecto para la regularización del relleno sanitario de la Ciudad de La Paz. Proyecto constructivo. Diciembre de 2007. 39p.

- Proyecto para la regularización del relleno sanitario de la Ciudad de La Paz. Plan de clausura, recuperación y monitoreo del relleno sanitario de la Ciudad de La Paz, B.C.S. Diciembre de 2007. 62p.
- Manuales de operación del sistema de Recolección de residuos sólidos urbanos y del relleno sanitario de la Ciudad de La Paz, B.C.S. Diciembre de 2007. 102p.

El estudio que permitiría la regularización del sitio se publicó hasta 2006, en tiempo y forma ante la SEMARNAT (tres meses antes del plazo oficial, ya que la fecha límite era en diciembre de ese mismo año), con lo cual obtuvieron como resultado la aprobación de las autoridades ambientales para seguir operando, siempre y cuando regularizaran su situación; esta fue una de las razones por las cuales se elaboraron una serie de trabajos posteriores (de regularización y de clausura) los cuales constituyen una adecuación del primer estudio, a manera de resumen ejecutivo con un enfoque particular dependiendo de los objetivos particulares de cada trabajo.

En el tiradero controlado de la Ciudad de La Paz, trabajaban hasta 2010, un total de 27 trabajadores, 11 eventuales y 16 basificados. (IIRN, 2010)

Como lo menciona Medina (1999), en América Latina existe un dinámico sector informal que se dedica a recuperar residuos para ser reciclados, y la Ciudad de La Paz, no es la excepción, sin embargo, poco se conoce de la realidad local en cuanto a la situación laboral de estas personas, tampoco se sabe si cuentan con acceso a algún sistema de protección de riesgos de trabajo a un sistema de pensiones, si cuentan con algún servicio de salud, sus jornadas laborales, su ingreso, incluso tampoco se tienen cifras confiables sobre el número de individuos dedicados a este sector de la economía, se menciona por IIRN (2010) de cifras aproximadas entre 70 y 120 individuos, sin embargo no se sabe con certeza, así como tampoco de sus condiciones de vida y de trabajo, edades, horario, ingresos, entre otros factores de importancia social y económica.

2.3.3.5.1 Tiraderos irregulares

No existe ningún trabajo previo que identifique las zonas problemáticas de disposición irregular de residuos, incluso las autoridades tampoco saben precisar la magnitud de este problema.

En el Plan de Desarrollo Urbano Municipal, La Paz (1990), se reportó la existencia de problemas en cuanto a la disposición final de los residuos y la insalubridad de sus instalaciones. Mencionan también la formación de una gran cantidad de tiraderos clandestinos, principalmente de basura urbana y escombros en extensas zonas de las inmediaciones de la ciudad, y ponen como ejemplo los tiraderos alrededor de la carretera hacia los Planes.

Avilés-Matus (1995) señala la presencia de residuos dispersos en calles, carreteras, lotes baldíos y depósitos clandestinos, provocando la contaminación del ambiente y la erogación de recursos extras para su control, esto provocado por el incremento en la generación de residuos en los últimos años, por lo cual se veía rebasada la capacidad de captación del sistema recolector municipal.

3. JUSTIFICACIÓN

En la Ciudad de La Paz, al igual que el resto de los municipios en el País, la responsabilidad de MRSU recae sobre la administración pública municipal, sin embargo a nivel local, la estrategia que promueve el municipio es susceptible a profundas mejoras. Trabajos locales de investigación en el tema, e incluso la DGSPM documentan esta situación (Avilés-Matus, 1995; Rodríguez-Villeneuve, 2003; Márquez-Cabrera y Pantoja-Pérez, 2005; Martínez-Velázquez, 2005; Encarnación-Geraldo, 2005; IIRN, 2010). Los estudios de investigación a nivel local se han enfocado en la descripción de alguna de las etapas de MRSU o de su gestión integral; en su mayoría se trata de tesis de licenciatura y maestría de la UABCS, además de otros trabajos publicados por una empresa de gestión ambiental. Este tipo de trabajos, claramente resultan útiles en la comprensión de la evolución en el MRSU en el municipio y Ciudad de La Paz, sin embargo la información existente sobre las seis etapas de manejo de residuos es deficiente, puesto que tales trabajos

no proporcionan información sustancial para establecer un diagnóstico acertado y diseñar estrategias de manejo y gestión integral de los mismos.

En este trabajo se realizó un diagnóstico integral de la situación actual en torno al MRSU en la Ciudad de La Paz, B. C. S., con base en los resultados se procedió a efectuar el planteamiento de una estrategia de manejo integral y gestión con fundamento en actividades tendientes a promover el desarrollo sustentable.

Las recomendaciones para la promoción del desarrollo sustentable no es un apellido más al título de investigación sino una necesidad fundamental, las tendencias a nivel global son hacia la sustentabilidad, en los últimos años se han venido levantado olas de protestas que reflejan aspiraciones universales por un mundo más próspero, justo y sostenible (ONU, 2012), en este sentido el manejo adecuado de los residuos sólidos está cobrando cada vez mayor importancia en la medida el crecimiento demográfico, las pautas de consumo occidentalizadas, el éxodo rural, entre otros factores lo demandan.

La selección de los RSU como tema de investigación se debe a que la mayor parte de los residuos generados en la Ciudad son de origen domiciliario, de servicios públicos municipales, institucionales y de origen comercial, esto es porque las actividades productivas en la localidad están concentradas en el sector terciario, y poco desarrolladas en el sector industrial.

La particularidad que presenta la Ciudad de La Paz, pudiéndose tomar como una fortaleza, es que se trata de una localidad mediana por el tamaño de su población que no rebasa los 250,000 habitantes. Es precisamente esta concentración demográfica lo que provoca la necesidad de adoptar alternativas de manejo, manejo y gestión integral sostenibles (André y Cerdá, 2005). La Ciudad de La Paz al ser relativamente pequeña se pudiera facilitar la adopción de estrategias eficientes de manejo de residuos, ya que se tiene como antecedente que el tamaño de la población es una dificultad en grandes ciudades y áreas metropolitanas.

La realización de este tipo de estudios de diagnóstico básico, así como la búsqueda de mejores opciones de manejo integral y gestión de los RSU, constituye el punto de partida

para la sensibilización de las autoridades municipales, estudiantes en la materia y población en general, en cuanto a los problemas que provoca el manejo ineficiente de los RSU, de manera que también constituye una herramienta para emprender acciones de mejora graduales en la sociedad paceña. Además de que resulta impreciso elaborar políticas y estrategias de manejo y gestión si se desconocen las dimensiones reales del problema (Gutiérrez-Avedoy, 2006).

La imagen que la Ciudad proyecta mejoraría tanto para los mismos ciudadanos que la habitan como su proyección a nivel regional, nacional e internacional, pueden ser un ejemplo de ciudad limpia, que promueva pautas y conductas pro-ambientales, pudiendo incluso aspirar a obtener condecoraciones o distinciones con reconocimientos a nivel nacional e internacional por la participación en programas integrales para el MRSU. Desde el punto de vista social, también tiene como consecuencias mejores condiciones de vida a sus habitantes, no sólo por beneficios a la salud, sino que el emprendimiento de este tipo de estrategias denotan un alto nivel educativo y cultural de la población en el sentido de co-responsabilidad y de respeto al medio ambiente.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Efectuar el estudio de diagnóstico integral de la situación actual en torno al MRSU en la Ciudad de La Paz y con base a los resultados hacer el planteamiento de una estrategia de manejo integral y gestión con fundamento en actividades tendientes a promover el desarrollo sustentable.

4.2 Particulares

Objetivo 1. Efectuar un diagnóstico básico de la situación actual en las seis etapas del manejo de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz.

Objetivo 2. Establecer las recomendaciones para el manejo sustentable de los RSU en la Ciudad de La Paz.

5. HIPÓTESIS

La realización de un estudio diagnóstico en torno al MRSU en la Ciudad de La Paz aunado a su comparación con otras estrategias efectuadas en otras ciudades del país, considerando aspectos ambientales, sociales, económicos, permitirá discernir con precisión las óptimas estrategias aplicables para su manejo sostenible.

6. Materiales y métodos

6.1 Delimitación del área de estudio

6.1.1 Localización

La Ciudad de La Paz es la capital del Estado de Baja California Sur y se localiza dentro de los límites políticos del municipio que lleva su mismo nombre.

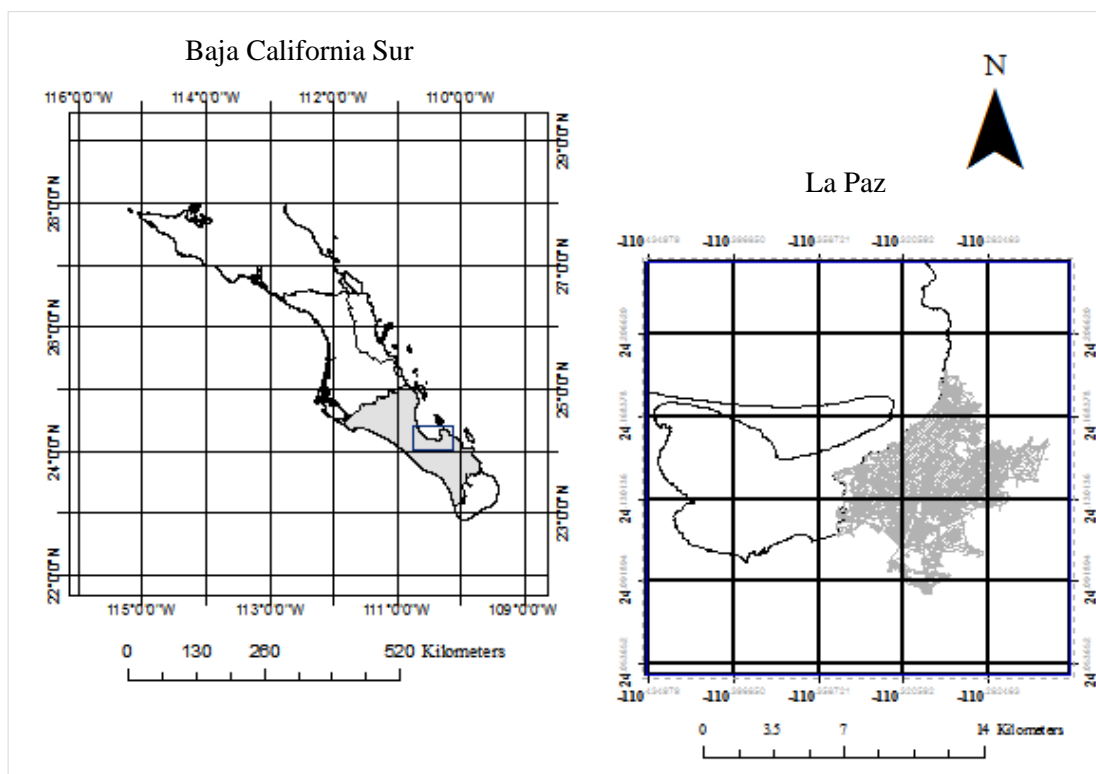


Figura 7. Ubicación geográfica de la Ciudad de La Paz, B. C. S.

Geográficamente la Ciudad de La Paz, se encuentra en las coordenadas 24° 6.841' latitud norte y 110° 19.443' longitud oeste. Tiene un área aproximada de 84.531 km², lo cual representa el 0.115 % de la superficie del Estado el cual tiene una extensión aproximada de 73,475 km²; de sur a norte la Ciudad tiene una longitud aproximada de 20 km, y de oeste a este de 10 km. (Mapa digital de México, INEGI, 2010, <http://gaia.inegi.org.mx/mdm5/viewer.html>).

La Paz es una ciudad costera ubicada frente a la Bahía de La Paz, la cual da entrada a las aguas del golfo de California por la costa oriental; la ensenada que se forma es un cuerpo de agua con sólo un estrecho canal de acceso a la bahía, que corre entre la costa de la ciudad y una alargada prolongación arenosa llamada El Mogote, con aproximadamente 11 km de longitud, 2.7 km en su parte más ancha y una superficie total de 17 km².

El núcleo poblacional se ubica en promedio a unos 10 m.s.n.m., aunque existe una marcada pendiente de 100 metros de desnivel hasta el mar.

6.1.2 Medio físico

6.1.2.1 Hidrografía

La Paz se ubica al final de la cuenca hidrológica denominada La Paz-Carrizal. El abastecimiento de agua dulce para sus pobladores es principalmente de tipo subterránea extraída de pozos, está en una zona árida y carece de ríos, lagos u otra formación de agua superficial. La baja precipitación anual (con un promedio de 175 mm) y la elevada evaporación potencial en la región (204.5 mm), ocasionan que exista un déficit medio anual de agua (CONAGUA, datos históricos 1970-2010).

6.1.2.2 Clima

En la Ciudad de La Paz, impera el clima árido y cálido. Enero y julio presentan los valores extremos de temperatura, 4 °C hasta 11 °C y entre 36.4 y 43.4 °C respectivamente. Las temperaturas mínimas se tienen en el trimestre enero, febrero y marzo con un promedio de

19.6°C, y las máximas en el trimestre junio, julio y agosto con un promedio de 29.2 °C. (CONAGUA, datos históricos 1970-2010)

La precipitación pluvial anual oscila entre los 25 y 622 mm (datos extremos históricos) con un promedio anual de 175 mm; a partir de la segunda mitad del año es cuando se presentan las precipitaciones más abundantes durante la época de huracanes, destacando los meses de agosto y septiembre con un promedio de 52 mm, aunque también suelen presentarse precipitaciones menos copiosas en los meses de diciembre y enero, conocidas como equipatas con un promedio de 12 mm/mes. (CONAGUA, datos históricos 1921-2010).

La humedad relativa promedio anual es de 60 %, con valores extremos históricos de 41 % a 80 % en los meses de abril y diciembre respectivamente. La evaporación potencial alcanza su máximo valor en el mes de julio con un promedio de 290 mm y el mínimo promedio en el mes de enero con 116 mm, el promedio anual es de 204.5 mm.

6.1.3 Medio biótico

6.1.3.1 Vegetación

La vegetación natural en la Ciudad de La Paz es de tipo selva baja caducifolia. Destacan cactus, árboles y arbustos como: el cardón (*Pachycerus pringlei*)*, palo verde (*Cercidium microphyllum*, *Cercidium praecox*, *Cercidium peninsulare*), palo de arco (*Tecoma stans*), palo blanco (*Lisyloma candida*), palo Adán (*Fouquieria diguetii*), copal (*Bursera hindsiana*), ciruelo cimarrón (*Cyrtocarpa edulis*), sangregado (*Jatropha cinérea*), mezquite (diversas especies del género *Prosopis*), torote colorado (*Bursera microphylla*), tabachin (*Caesalpinia pulcherrima*), jacalosucho (*Plumeria* sp.), pitaya dulce (*Stenocereus thurberi*), pitaya agria (*Stenocereus gummosus*), algodón (*Gossypium* spp.), frutilillo (*Desmanthus fruticosus*), Zalate (*Ficus palmeri*, *Ficus brandegeei*), guamúchil (diversas especies del género *Pithecellobium*) también se tienen palmeras (*Erythea brandegeei*, *Washingtonia robusta*, *Cocos nucifera*, *Phoenix dactylifera*) y varias especies de *Opuntia* y *Ferocactus*, entre otros. Así mismo existe vegetación halófila en zonas de manglares y dunas (De Norman, 1989)

En el área urbana sin embargo, predomina vegetación introducida que proporciona mayor sombra en comparación con la vegetación nativa, hay especies tales como benjamins (*Ficus benjamina*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.), nim (*Azadirachta indica*), diversas especies de bugambilia (*Bougainvillea* spp.), y árboles frutales como el mango (diversas especies de *Mangifera*), árbol de almendra (*Terminalia catappa* L.), tamarindo (*Tamarindus indica*), naranjo (*Citrus x sinensis*), e incluso árboles del género *Araucaria*.

6.1.3.2 Fauna

La fauna en la Ciudad de La Paz incluye mamíferos diversos como la liebre (*Lepus californicus* Gray, *L. californicus xanti*), coyote (*Canis latrans* Say), conejo (*Sylvilagus audubonii confinis*, *S. bachmani peninsularis*), mapaches (*Procyon lotor grinnelli*), zorrillo (*Spilogale gracilis lucasana*), ardilla (*Ammospermophilus leucurus*, *A. leucurus extimus*), roedores como *Peromyscus eva eva* y *P. maniculatus*, así como innumerables reptiles como lagartijas de los géneros *Gambelia*, *Sceloporus* y *Urosaurus*, diferentes especies de víboras, entre las que destacan la de cascabel (*Crotalus* spp.) La boa rosy (*Lichanura trivirgata*), coralillo (*Micruroides euryxanthus*) y falso coralillo (*Lampropeltis triangulum*). Entre las aves tenemos el aura o zopilote (*Chathartes aura*), codorniz (*Callipepla californica*), el gavilán (*Accipiter striatus*), la lechuza (*Bubo virginianus*) y el cuervo (*Corvus corax*), la paloma torcaza (*Columba livia*), gaviotas (*Larus californicus*), pelicanos (*Pelecanus occidentalis*), y una gran variedad de aves acuáticas y especies migratorias. Además del sinnúmero de especies acuáticas que arriban a la bahía de La Paz, como son los delfines (*Stella longirostris*, *Steno bredanensis*, *Delphinus delphis* L.), y el tiburón ballena (*Rhincodon typus*) (National Geographic Society, 1987; Álvarez-Castañeda y Patton, 2000; McPeak, 2000).

6.1.4 Medio socioeconómico e infraestructura

6.1.4.1 Demografía

El estado de B. C. S. tiene la menor población en el país, representando tan sólo el 0.56 % de la población nacional y de igual forma, con la menor densidad poblacional, de tan sólo 8.61 hab/km² (CNPV, INEGI, 2010).

La población en la Ciudad de La Paz es de 215,178 habitantes, en ella se concentra aproximadamente del 33 al 35 % de la población total del estado; 49.69 % son hombres y 50.30 % son mujeres; tiene una tasa de crecimiento poblacional de 2.3 % calculada durante el periodo 1990 a 2010 y un promedio de hijos nacidos vivos por familia de 1.99 (Censo Nacional de Población y vivienda de INEGI, 2010). La cifra correspondiente a la población en la Ciudad de La Paz publicada por INEGI, no considera pueblos conurbanos como Chametla, Comitán, Maranatha y Centenario, excluye también las colonias: Cardonal, Cartonera de La Paz, Olas Altas, El Ranchito, Santa Eduwiges, Calafia, el Mezquitito, Fraccionamiento Pedregal, colonia pitahaya secciones 1,2 y 4, y Miramar, por lo que la cifra real del número de habitantes es 224,371. Su densidad poblacional por tanto es de aproximadamente 2,654 hab/km², considerando un área de expansión territorial de 84.531km² (equivalente a 376.74 m²/hab).

El número de hogares en la Ciudad de La Paz y zonas conurbadas es de 63,438 (viviendas particulares habitadas). Con un promedio de 3.47 personas por vivienda (CNPV, INEGI, 2010).

La Ciudad de La Paz ha experimentado un singular crecimiento demográfico sostenido desde la década de los años 50's. Este crecimiento de la población se debe en gran parte a la inmigración proveniente de otras regiones del país (en los últimos años ha sido predominantemente de los estados de Sinaloa y Guerrero). De acuerdo con el censo de 2010, de INEGI, se estima que aproximadamente el 29 % de sus residentes han nacido en otra entidad u otro país, y de ese porcentaje cerca del 6.2 % han llegado a la localidad en los últimos cinco años.

El 58.35 % de la población es económicamente activa (PEA), esto incluye individuos entre los 12 y 65 años de edad y excluye a estudiantes y amas de casa, de los cuales el 61.6 % se integra por hombres y el 38.4 % por mujeres. La población no económicamente activa

(PNEA) representa el 41.64 % de la población de los cuales el 32.3 % son hombres y el 67.7 % son mujeres.

Un análisis de la estructura poblacional muestra que en la Ciudad de La Paz, está transitando hacia una población en edad económicamente activa, la media poblacional es de aproximadamente 26 años.

6.1.4.2 Nivel educativo y cultural

La población tiene un promedio de grado escolar de 10.58 años cursados, en los hombres es de 10.66 y en las mujeres de 10.52. Sólo el 1.29 % de la población mayor de 15 años es analfabeta, de los cuales el 43.2 % son hombres y el 56.8 % son mujeres.

En cuanto a la religión que se profesa, el 84.8 % de la población pertenece a la religión católica, el 7.9 % es de religión no católica, 5.40 % son ateos y el resto pertenece a otra religión.

6.1.5 Infraestructura y desarrollo urbano

El número de viviendas habitadas es de 60,929 (C.N.P.V. INEGI, 2010); no incluye los mismos pueblos conurbanos y colonias mencionadas anteriormente. Al incluirlos el número de casas habitación aumenta a 63,414 casas habitación). El 5.25 % de las casas habitadas son de un solo cuarto, el 11 % son de dos cuartos y 83.5 % son de tres cuartos o más. En promedio en cada casa habitan 3.47 personas, y el número promedio de habitantes por cuarto es de 0.9.

El 98.9 % de las casas habitadas cuentan con servicio eléctrico, 96.7 % con servicio de agua potable, 98.8 % con drenaje, 97.9 % con televisión, 75.7 % con automóvil privado, 55.8 % con teléfono, 89.9 % con teléfono celular, 53.3 % tienen computadora, y el 44.4 % cuentan con internet.

Desde 1990, en el Plan Municipal de Desarrollo, se hicieron las primeras consideraciones en torno a que la ciudad de La Paz era una ciudad muy extendida, con un fuerte predominio de casas de una sola planta, y calles generalmente anchas de doble carril ya sean de uno o

doble sentido, además del espacio correspondiente para el estacionamiento de vehículos. De acuerdo con este plan su gran extensión es consecuencia de una mala planeación urbana, propiciada por la alta disponibilidad de terrenos en relación al número de familias que en ese momento habitaban la capital del Estado. Las distancias que había que recorrer en la zona eran consideradas relativamente grandes en detrimento con el abastecimiento de los servicios públicos.

6.1.5.1 Actividades productivas

El capitalismo paceño no tiene un origen industrial, sino comercial. La historia del puerto y Ciudad de La Paz no puede explicarse sin la actividad mercantil, comercial y naviera (Piñeda *et al.*, 2010). En la capital del Estado, la economía está concentrada en el sector terciario, principalmente el sector público, es decir en el servicio administrativo del gobierno federal, estatal y municipal, así como el comercio y el sector servicios de iniciativa privada, como el de tipo turístico; este último se ha convertido en uno de los principales generadores de empleo, con una ocupación hotelera de hasta el 47.41 %, en su mayoría turistas nacionales 87.3 % (INEGI, 2009). Por otro lado, tiene un escaso desarrollo en las actividades productivas y de tipo industrial, pecuaria, y agrícola (Avilés-Matus, 1993; Herrera, 2004). La ganadería es poco significativa en la economía local y está constituida por el ganado porcino, caprino y ovino.

A nivel municipal, el 67.78 % de la población económicamente activa recibe más de dos salarios mínimos (S. M.), el 15.14 % entre 1 y 2 S. M., sólo el 8.77 recibe hasta 1 S. M. y el resto 8.31 % se desconoce. La zona en que se ubica el estado de B. C. S. corresponde a la letra A en la cual el S. M. es de \$59.82 pesos diarios, considerado como el más alto en comparación con las otras dos regiones geográficas establecidas por la comisión Nacional de Salarios Mínimos.

6.2 Estudio de las seis etapas de manejo de residuos

Para la obtención de los diferentes parámetros, se abordaron diversas instancias a través de observaciones, revisión bibliográfica, se solicitó asesoría a autores de libros sobre el

MRSU, se recurrió a organismos gubernamentales, instituciones educativas y de investigación, ONG's y empresas privadas involucradas en el MRSU, se realizaron entrevistas, análisis de documentos publicados, informes escritos, cuestionarios y visitas de trabajo de campo. En cada parte del estudio se utilizaron una o más de estas fuentes.

En las siguientes líneas se describe la metodología empleada para efectuar el diagnóstico básico de la situación actual en las seis etapas de MRSU en la Ciudad de La Paz, se incluyen por tanto el estudio de la generación, pre-recolección, recolección y transporte, tratamiento y disposición final.

6.2.1 Determinación de la generación

Durante esta etapa se estimó la generación total de RSU durante los periodos anuales comprendidos entre 1996-2011, se determinó la GPC de RSU durante ese mismo periodo, se determinó la GPC de RSD, caracterización y densidad durante los meses de febrero-marzo de 2012, con fundamentó en la metodología descrita en las Normas Mexicanas. También se estimó la tasa de crecimiento poblacional y su tendencia de crecimiento dentro de los próximos 10 años.

6.2.1.1 Crecimiento poblacional

Se recopilaron datos históricos de la población de la Ciudad de La Paz de los últimos 170 años (desde 1832 a 2010) con un total de 18 fechas distintas.

Se seleccionaron las cinco últimas cifras de población reportadas por INEGI de los CNPV que corresponden a los últimos 20 años (1990, 1995, 2000, 2005 y 2010). A partir de estos datos, se estimó la tasa de crecimiento poblacional, utilizando el modelo exponencial, el cual fue el que mejor se adaptó a la información obtenida. Se descartaron del estudio las cifras de población correspondientes a los años de 1832-1980 debido a que se observaron comportamientos irregulares, además de que no se cuenta con cifras equiparables de generación de residuos correspondientes a dicho periodo. Finalmente se realizaron proyecciones de la población para los próximos 5 y 10 años, considerando para ello una tasa de crecimiento sostenida (SEMARNAT, 2006). Se estimó el número de habitantes en

la Ciudad de La Paz, correspondiente a los periodos comprendidos entre cada censo poblacional, y su proyección a 10 años (hasta el 2020), empleando una función exponencial con una tasa de crecimiento de 2.37 unidades.

6.2.1.2 Generación total de residuos

Para la obtención de información relacionada con la generación total de RSU, se consultaron fuentes oficiales como el departamento de cómputo de la DGSPM, la base de datos del Centro de Información municipal (CIM) y trabajos de investigación locales. Se tomaron como referencia unidades de tiempo como al día, semana, mes, y año, y la información se capturó y analizó en hojas de Excel (versión 2010).

Se proyectó la generación total de RSU dentro de los próximos 10 años empleando dos alternativas, una de ellas consideró únicamente la tendencia en el incremento en la generación de residuos presentada durante los últimos 15 años, y la otra opción contempló la relación que existe entre el incremento en la GPC de RSU y la tendencia de crecimiento poblacional.

6.2.1.3 Generación per-cápita

6.2.1.3.1 De residuos sólidos urbanos

Para la estimación de la GPC de RSU, se consideró la generación total de RSU obtenidas a partir de las publicaciones del CIM (2010) y la DGSPM (2011), con datos registrados en las bitácoras de las unidades de recolección tanto oficiales como particulares que ingresan al sitio de disposición final correspondientes a los años 1996-2011. A estos datos se les relacionó con las cifras oficiales de población publicadas en los CNPV de INEGI desde 1995-2010, considerando las cifras de población estimadas entre los periodos comprendidos de los censos. La estimación de la GPC para los años posteriores a 2010, se calculó como una regresión lineal a partir de la estimación de la GPC para el periodo comprendido entre 1996-2010.

6.1.1.3.2 De residuos sólidos domésticos

Para la determinación de GPC de RSD la metodología se fundamentó principalmente en la descrita en las normas mexicanas, con algunas modificaciones a los trabajos de Escamirosa-Montalvo *et al.*, (2001), Martínez-Velázquez (2005), Gallardo (2009). En un inicio se determinó el tamaño y origen de la muestra, se efectuó el levantamiento de muestras en campo, la recolección y transporte de residuos, y por último el procesamiento de la información.

- *Determinación del tamaño de la muestra*

Para la selección del tamaño de la muestra, se consideró la metodología descrita en la norma mexicana No. 61 (NMX-AA-061-1985), así como métodos alternativos propuestos por las tablas MIL-STD-105E, Gallardo (2009) y Escamirosa-Montalvo *et al.*(2001). En tales metodologías, el número de muestra se ve reducido entre 30 y 120 hogares por estrato.

La norma mexicana No. 61, establece como requisito la selección del riesgo con el que se va a realizar de acuerdo con el criterio de riesgo establecido en la Tabla XIV. Las tres opciones para la selección del riesgo (α) son de 0.05, 0.10 y 0.20 (en orden progresivo de riesgo).

Tabla XV. Selección del nivel de riesgo y tamaño de la pre-muestra para cada estrato socio-económico. (NMX-AA-061-1985).

Riesgo	Tamaño de la pre-muestra
A	(n)
0.05	115
0.1	80
0.2	50

Los factores de decisión a considerar son:

- Conocimiento de la localidad: no se tienen cifras confiables de estudios anteriores sobre la tendencia en la generación de residuos en la localidad.

- Calidad técnica del personal participante: se consideró que para el personal del Departamento de Saneamiento Ambiental sería la primera vez que realizarían un estudio de este tipo.
- Facilidad para realizar el muestreo: si se cuenta con experiencia por parte del personal del Departamento de Saneamiento Ambiental para el levantamiento de datos en campo y labor de convencimiento para fomentar la participación activa de la población.
- Características de la localidad a muestrear: se consideró serían predominantemente casas habitación de tipo horizontal.
- Exactitud de la báscula a emplear: desde 0.1 kg a 500 kg.

Las tablas MIL-STD-105E, con un nivel de inspección II, es decir, normal, y un tamaño de lote o carga de 63,438 hogares, correspondiente al intervalo comprendido entre 35,001 – 150,000, letra N (Tabla de letras clave de tamaño de muestra -Tabla I de ANSI/ASQ Z1.4), se traduce en un tamaño de muestra de 500 hogares.

Por otra parte, considerando que en cada estrato debe seleccionarse un universo de trabajo de entre 300 y 500 casas, las letras clave de tamaño de muestra (tabla I de ANSI/ASQ Z1.4) para el intervalo correspondiente a 281-500, letra H y J, para los niveles generales de inspección normal y de doble inspección: los cuales corresponden a un tamaño de muestra de 50 y 80 respectivamente.

De acuerdo con Gallardo-Izquierdo (2009), la siguiente ecuación puede ser empleada para calcular el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{N}{\frac{e_p^2 (N-1)}{S^2 \cdot Z_{\alpha/2}^2} + 1}$$

Donde,

n = tamaño desconocido de la muestra (número de hogares)

N = número total de hogares en la ciudad de La Paz (63,438 hogares) (CNPV, INEGI-2010)

e_p corresponde al error de precisión, se puede considerar un valor comprendido entre 0.04 y 0.07, tal como lo especifica la NOM-061-NMX-1985.

S^2 = es el valor de la varianza poblacional respecto a la GPC de RSD. Dado que aún no se tienen cifras de encuestas piloto para el cálculo de la desviación estándar en la GPC de RSD, se puede suponer es de 0.3 kg/hab/día. Se utiliza este valor tomando como referencia que Gallardo-Izquierdo (2009) empleó esta cifra para un estudio de caracterización de residuos similar.

$Z_{\alpha/2}$ corresponde a la medida estandarizada del riesgo a errar con una probabilidad de 0.10 en una distribución normal (su valor es de 1.645);

Sustituyendo los datos correspondientes en la ecuación 1, el resultado en cuanto a la cantidad de muestras (número de hogares) a evaluar es de 152 si se considera un error de precisión mínimo de 0.04 kg/hab/día, y de 49 muestras empleando un error de precisión máximo de 0.07 kg/hab/día.

De acuerdo con Escamiroso-Montalvo *et al.* (2001), se puede aplicar un porcentaje de entre 10 y 25 % del universo de la población para la determinación del tamaño de la pre-muestra, esto es en base a experiencias adquiridas en estudios similares, dependiendo del tamaño del universo y de los recursos disponibles. De manera que el número de hogares a evaluar en la ciudad de La Paz sería de 6,343 a 15,859. Por otra parte, si se considera que en cada estrato debe seleccionarse un universo de trabajo de entre 300 y 500 casas, el tamaño de muestra variaría entre 30 a 75 y de 50 a 125 hogares/estrato.

En resumen, las metodologías para la selección del tamaño de muestra son:

- La NMX-061, indica un tamaño de muestra entre 50 y 115 hogares por estrato.
- Tablas de la MIL-STD-105E indican un tamaño de muestra de entre 50 y 80 hogares.
- Gallardo-Izquierdo (2009), indica un tamaño de muestra comprendido entre 50 y 152 muestras, es decir, aproximadamente entre 16 y 50 hogares por cada estrato.

- Escamirosa-Montalvo *et al.* (2001) indica un tamaño de muestra entre 30 a 75 hogares y de 50 a 125 hogares/estrato.

Dado que los datos y recursos disponibles de la zona de estudio, no son del todo favorecedores, con la intención de reducir la complejidad de la toma de muestras en campo para el personal asignado, así como la reducción de costos, y considerando que fue la primera vez que se efectuó un estudio en su tipo, el tamaño de muestra seleccionado fue de 80 hogares por estrato (alto, medio y bajo) de manera que en conjunto sumaron un total de 240 muestras, considerando que la toma de muestras se llevaría a cabo durante 1 semana, el número total de muestras tomadas fue alrededor de 1680. El riesgo equivalente seleccionado de acuerdo con la norma No. 61 fue el intermedio de 0.10.

- *Determinación del origen de la muestra*

De acuerdo con la metodología descrita por la Norma mexicana No. 61, la selección de los tres o más estratos socioeconómicos en la zona de estudio se basa en el nivel de ingresos por salarios mínimos. Dado que no se tienen cifras actualizadas sobre el nivel de salarios mínimos correspondientes a los Censos Económicos de INEGI, se procedió a seleccionar las colonias representantes de cada estrato (bajo, medio y alto) tomando como referencia el trabajo local publicado por Martínez-Velázquez (2005) y el conocimiento previo que se tiene de la zona de estudio. El estrato alto corresponde a la colonia Fidepaz, el estrato intermedio a la colonia Los Olivos y el estrato bajo, la colonia Márquez de León.

La delimitación del área de estudio se realizó mediante la identificación del área geográfica estadística básica (AGEB) correspondiente a cada colonia, así como el número de casas y habitantes por manzana empleando el programa IRIS-SCINCE II Conteo de Población y Vivienda 2005 y la versión en línea actualizada del censo de 2010 (<http://gaia.inegi.org.mx/scince/viewer.html>). Contando con tal información, se numeró en orden progresivo cada manzana (Anexo 3, 4 y 5), y se contabilizaron los hogares en las manzanas seleccionadas hasta alcanzar un número de muestra entre 300 y 500 viviendas por estrato de las cuales únicamente se seleccionaron aleatoriamente 80 hogares en cada estrato (Figura 8).

Así pues, en los estratos alto, intermedio y bajo, el universo de trabajo fue de 434, 460 y 430 hogares respectivamente, con un total de 1,324 casas habitación como puntos de muestreo tentativos, de los cuales únicamente se seleccionarían 240 durante el levantamiento de muestras en campo.

El mayor esfuerzo de muestreo se efectuó en el estrato bajo, debido a la baja densidad en viviendas por manzana. Geográficamente el área que abarcó el estrato alto, intermedio y bajo fue de 548,611.235 m², 315,214.589 m² y 1.096 km², respectivamente (Mapa digital de México 5.0, visualizador en línea INEGI, 2010).

Para la selección de las 80 muestras al azar por estrato y su distribución por manzana, inicialmente se obtuvieron 80 números aleatorios dentro del rango desde el número uno hasta el número máximo de viviendas por estrato. Obteniéndose finalmente, tres diferentes conjuntos de 80 números aleatorios (Anexo 6).

Posteriormente se procedió a distribuir el número de hogares participantes por manzana en cada uno de los estratos socioeconómicos (Anexos 7, 8 y 9). La dinámica empleada consistió en la formación de un arreglo en orden progresivo desde el número uno hasta número máximo de hogares por estrato, en rangos que se ajustan al número de hogares por manzana, de esta forma si un número aleatorio coincidía dentro de un rango establecido para un número de manzana, se consideró como un punto de muestreo en la misma; conforme el número de viviendas por manzana se incrementaba, el arreglo correspondiente para ésta era más amplio, y por lo tanto mayor era la posibilidad de que un número aleatorio coincidiera dentro de su rango; en cambio en aquellas manzanas con un número de viviendas reducido, la probabilidad de que un número aleatorio coincidiera dentro de su rango era más bajo.

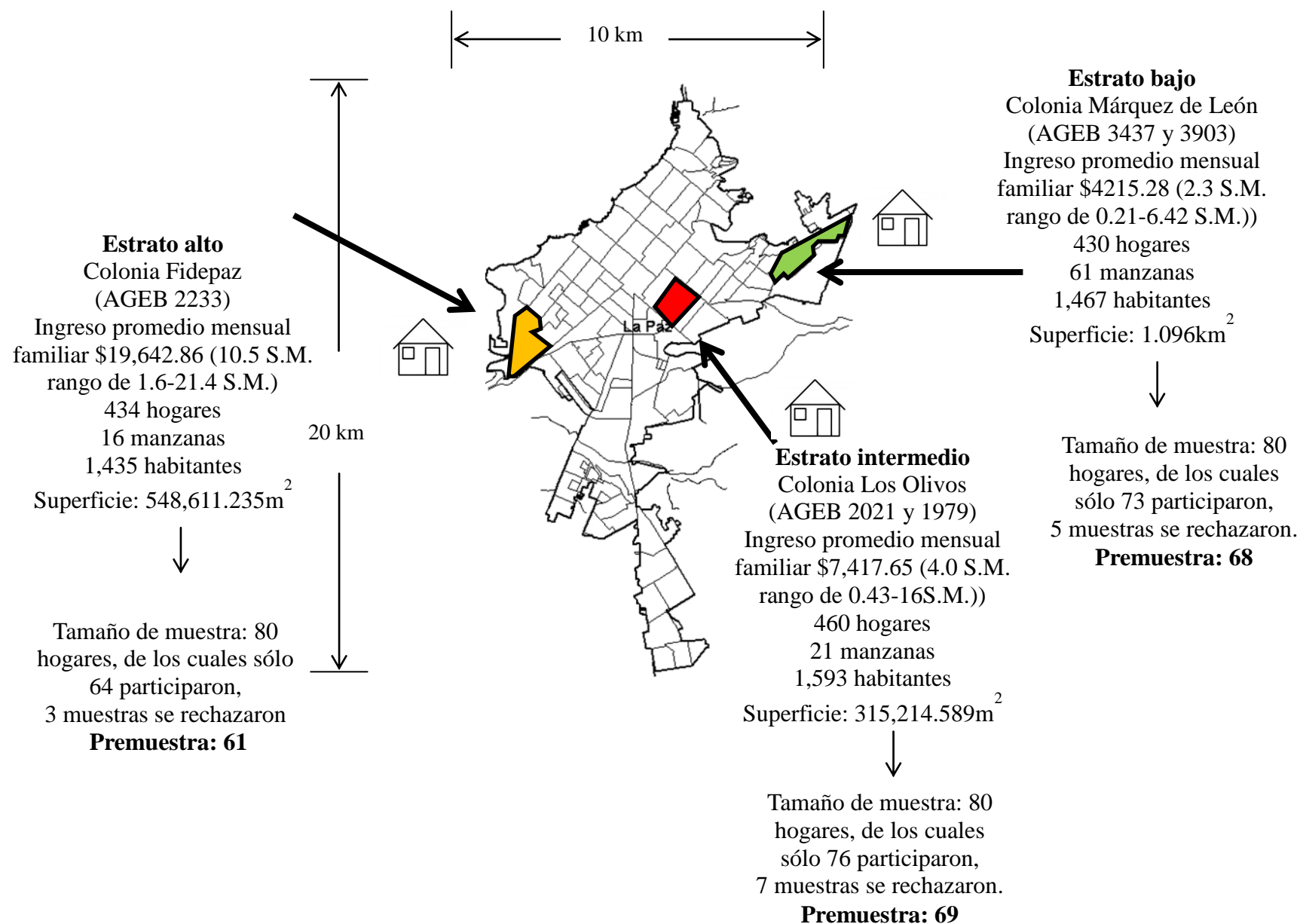


Figura 8. Ubicación de los tres estratos seleccionados en la Ciudad de La Paz.

- *Levantamiento de muestras en campo*

Las actividades de levantamiento de muestras en campo consistieron en la selección de los hogares participantes, la entrega de formatos y trípticos además del llenado de un cuestionario de evaluación. Estas actividades fueron realizadas por el personal de la DGSPM, por lo que tres días previos al trabajo en campo, se reclutó y capacitó a un equipo de 16 encuestadores. La capacitación se llevó a cabo en las instalaciones de la DGSPM, en una sesión expositiva y de intercambio de opiniones y aclaración de dudas.

Para el levantamiento de muestras en campo, la plantilla de trabajadores se dividió en tres grupos, y se les asignó trabajo en uno de los estratos. De esta manera, el número de encuestadores asignados en los estratos alto e intermedio fue de cinco y de seis encuestadores en el estrato bajo. Considerando que el tamaño de muestra por estrato era de 80 hogares, el número de casas que debía cubrir cada encuestador fue de 16 en los estratos alto e intermedio y de 13 en el estrato bajo.

El periodo asignado para el levantamiento de muestras en campo fue de tres días, iniciando el día jueves 23 y concluyendo el día sábado 25 de febrero de 2012, en un lapso de 5 a 6 horas con un horario de 08:00 a 14:00 horas; de tal manera que los encuestadores contaban con tiempo laxo de hasta una hora para convencer a cada familia en participar, además de entregar y llenar diversos formatos de evaluación.

El primer día de trabajo (jueves 23) el punto de reunión fue en las oficinas de la DGSPM, donde se le entregó a cada encuestador un mapa de la zona de estudio señalando las manzanas y el número de viviendas por manzana que debían cubrir. De igual forma se entregó el material de trabajo: tabla de apoyo, lápiz, cinta transparente, bolsas negras, etiquetas de cartoncillo fosforescentes con el número de muestra de las casas asignadas. Los formatos entregados incluyeron: formato de presentación (Anexo 10), formato de evaluación de datos socioeconómicos (Anexo 11), cuestionario de evaluación (Anexo 12) y el tríptico informativo (Anexo 13). Además, cada uno de los encuestadores portaba el uniforme oficial y gafete de identificación de la DGSPM. Posteriormente los encuestadores se trasladaron en carros particulares y oficiales hasta los tres diferentes estratos, algunos de

ellos trabajaron de manera individual, mientras que otros por razones de seguridad y apoyo trabajaron en binas o trinas.

Al contactar al representante de cada familia, los encuestadores explicaban a éste la dinámica del estudio, solicitando su participación, es decir, se dio la oportunidad de participar o desistir (para ver fotografías, consultar Anexos 14 y 15). En un primer momento se explicó a cada uno de los participantes que el compromiso adquirido, era únicamente el de entregar en una bolsa negra los residuos sólidos generados en su hogar, correspondientes a un día, y de repetir esta dinámica durante los siete días consecutivos (iniciando el día lunes 27 de febrero y culminando el día lunes 05 de marzo de 2012). Se resaltó la importancia de acumular la mayor cantidad de residuos y entregarlos en tiempo y forma, siendo lo más veraces posibles durante su acumulación, y sobre todo no exagerar o suprimir residuos que normalmente consideraran como basura. También se les indicó que no era necesaria la separación previa de los residuos, dado que ésta sería pesada, mezclada y reclasificada posteriormente. A quienes aceptaran también se les informó que no recibirían ningún incentivo económico ni de ningún otro tipo, en cambio su participación sería totalmente gratuita y desinteresada. En un estudio similar realizado en la ciudad de Mexicali, B. C., se prefirió suprimir la explicación a los participantes en cuanto a la clasificación que se efectuaría en los residuos debido a que esto podría interferir con los resultados (Ojeda-Benítez *et al.*, 1998)

Una vez que el representante de familia aceptara participar en el estudio, se solicitaba su cooperación para contestar un formato de datos socioeconómicos y un cuestionario de evaluación con 25 preguntas; además de que se entregó una bolsa negra y un tríptico con información alusiva al manejo adecuado de los RSU. Cabe mencionar que a todos los hogares, independientemente de aceptar o no participar en el estudio de caracterización, se les proporcionó el tríptico; la información contenida en este, fomenta la separación de los residuos en la fuente en dos o tres fracciones, explicando con ejemplos el tipo de residuos que corresponde a cada clasificación. El tríptico también incluyó consejos sobre la aplicación de las tres erres del reciclaje (reducir, reusar y reciclar), consejos generales para el manejo de los residuos, incluso de tipo peligroso, así como la información de contacto

con los responsables del estudio y de otras organizaciones ambientalistas con las cuales se podrían comunicar para obtener mayor asesoría sobre el manejo adecuado de los residuos.

Finalmente se colocó en un lugar visible de la casa el número de muestra correspondiente con ayuda de un cartoncillo color amarillo o anaranjado fosforescente sujetado con cinta transparente (Anexo 16); este cartoncillo identificador con el número de muestra frente a cada casa fue de suma importancia ya que permitió que la cuadrilla de recolección reconociera rápidamente la casa muestra y que además el camión oficial que brinda el servicio público o privado de recolección de residuos se abstuviera de recolectar los residuos en las casas que presentaran tal marcador.

- *Recolección y transporte de residuos*

La recolección de residuos comprendió ocho días de trabajo, iniciando el día lunes 27 de febrero y culminando el día lunes 05 de marzo de 2012, en un horario de 08:00 a 10:00 horas; con una ruta de recolección simultánea en cada uno de los estratos. Para esta labor, se contó con tres camiones recolectores con capacidad de hasta 1 tonelada, además del apoyo del personal de la DGSPM. El personal asignado fue un conductor, un ayudante y un encuestador, este último fungió como representante del levantamiento de muestras, facilitó el reconocimiento de los hogares participantes, el establecimiento de la ruta de recolección, la entrega de las bolsas para acumular los residuos durante el nuevo día en cada hogar, así como la anotación de número de muestra sobre la(s) bolsa(s) negra(s) entregadas con residuos, el número de muestra se reconocía en cada hogar por el cartoncillo fosforescente pegado frente a la casa; para anotar tal número sobre la bolsa negra se empleó un plumón negro sobre una etiqueta adhesiva color blanco o bien, gis de color blanco directamente sobre la bolsa negra. Finalmente el encuestador registraba la participación de cada hogar en un formato y anotaba cualquier observación adicional.

En algunos hogares se colectó la bolsa conteniendo los residuos de mano del propietario de la vivienda, y en otras simplemente se recolectaron las bolsas que previamente habían sido colocadas a nivel de acera o en algún lugar accesible; posteriormente se acomodaban las bolsas perfectamente cerradas dentro del camión recolector. Una recomendación para estudios posteriores de esta naturaleza, es que se empleen bolsas de plástico más grandes a

las señaladas por las normas mexicanas, así por ejemplo Ojeda-Benitez *et al.* (2000) empleó bolsas con una capacidad de hasta 48 galones en la ciudad de Mexicali. En este estudio, fue muy común que los participantes entregaran además de la bolsa negra, otras dos o tres bolsas tipo camiseta e incluso cajas de cartón llenas de residuos.

Fueron las familias del estrato intermedio las que mostraron mayor participación en la entrega de sus RSD, con un 95 % de participación, es decir, del total de 80 muestras seleccionadas, sólo cuatro hogares no entregaron los residuos para su análisis; mientras que la población en estrato alto desertó en mayor medida al programa, ya que 16 familias dejaron de entregar sus residuos, es decir su participación fue del 80 %.

Simultáneamente en las instalaciones del relleno sanitario se acondicionaba el área de trabajo para la determinación de la GPC y la caracterización de residuos (Anexo 17). De tal forma que al finalizar la jornada de recolección y transporte en cada uno de los estratos, los camiones se dirigían directamente a las instalaciones del relleno sanitario; los camiones llegaban a diferentes tiempos, en un lapso comprendido entre las 10:00 a las 11:00 horas. Generalmente los residuos del estrato bajo fueron los primeros en arribar, seguidos por los del estrato intermedio y finalmente los del estrato alto. Por lo anterior, es que la determinación del peso y caracterización de los residuos generalmente daba inicio con las muestras del estrato bajo, o simplemente aquellos que llegaran primero a las instalaciones. Al arribar uno de los camiones, se dirigía al área de trabajo y volcaba la totalidad de residuos contenidos en éste (Anexo 18). Posteriormente se procedía a pesar cada una de las bolsas, la información quedó registrada diariamente en un formato de generación per cápita de residuos (Anexo 19), mediante la identificación del número de muestra la cual a su vez se relacionó con el número de habitantes por hogar.

- *Procesamiento de la información*

A partir del peso registrado de las ocho bolsas de residuos entregadas por cada familia, se omitió el primer dato correspondiente al primer día de trabajo, esta supresión es conocida como operación limpieza, y su objetivo es asegurar que los residuos generados después de ese día correspondieran a un día. Con los siete datos restantes se procedió a calcular la GPC

de RSD considerando el número de habitantes por hogar. De acuerdo con lo anterior se obtuvo una serie de n valores promedio, uno por cada hogar.

Para el análisis de esta información, sólo se incluyeron hogares que aportaran un mínimo de cinco muestras, los hogares que no cumplieron con este criterio fueron descartadas del estudio, y se consideró como que no participaron (NP).

Una vez calculadas las cifras promedio de GPC para cada hogar, se procedió a ordenarlos de menor a mayor, como se ilustra en la siguiente ecuación:

$$X_1 \leq X_2 \leq X_3 \leq X_i \leq \dots \leq X_{n-1} \leq X_n$$

Donde X_1 es el promedio por casa-habitación de los siete valores diarios de la GPC de residuos y así sucesivamente para cada hogar. Posteriormente se realizó un análisis de rechazo de observaciones sospechosas, empleando la prueba de Grubbs, con un estadístico de prueba T , y un riesgo (α) del 90 %. La prueba de Grubbs mide la diferencia absoluta entre el valor atípico, X_o y el promedio de la muestra (\bar{X}), dividida por la desviación estándar de la muestra (s):

$$T_{\text{calc}} = |X_o - \bar{X}| / s$$

La media (\bar{x}) y desviación estándar muestral (s) se calcularon empleando las siguientes ecuaciones:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \qquad \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Estas medidas estadísticas fueron requeridas para la estimación del estadístico T de Grubbs para la eliminación de datos sospechosos. De acuerdo con el criterio de Grubbs, si el valor absoluto de T calculado es mayor que T tabulado, el valor sospechoso se considera como resultado discrepante para el nivel de significancia del 90 %.

$$\begin{aligned} T_{\text{tab}} > T_{\text{cal}} &= \text{Se acepta} \\ T_{\text{tab}} < T_{\text{cal}} &= \text{Se rechaza} \end{aligned}$$

A partir de las cifras promedio en la GPC de RSD de las 64, 76, 73 muestras obtenidas en los estratos alto, intermedio y bajo, se rechazaron las últimas 3, 7 y 5 muestras por encima de 2.44, 3.06 y 2.28 kg/hab/día, respectivamente.

Una vez rechazadas o aceptadas las observaciones sospechosas (anexos 24, 25 y 26), se realizó un análisis estadístico de los n valores promedio resultantes para obtener la media de la GPC de los valores promedio por casa habitación y la desviación estándar de ellos como conjunto de valores, con respecto a la media. El elemento de la pre-muestra para cada uno de los estratos fue diferente, pasó de ser inicialmente de 80 para los tres estratos, a 61, 69 y 68 para los estratos alto, intermedio y bajo respectivamente (Anexo 27).

Posteriormente se procedió a verificar el tamaño de la muestra, calculando el tamaño real de la muestra, con base en la desviación estándar de la muestra, y empleando la distribución t de Student. Esto se hizo con el fin de verificar que la recolección de muestras en campo cumpliera con el nivel de confianza al 90 % establecido previamente.

La determinación del tamaño real de la muestra, se realizó empleando la siguiente expresión:

$$n_1 = [(T \cdot s) / E]^2$$

Dónde:

n_1 = tamaño real de la muestra

E = error muestral en kg/hab/día, recomendándose emplear un valor comprendido en el intervalo de 0.04 y 0.07 kg/hab/día (NMX-AA-061-1985)

s = desviación estándar de la pre-muestra

T = percentil de la distribución t de Student correspondiente al nivel de confianza definido por el riesgo empleado en el muestreo (90 %). Empleándose G.L. = $n-1$

n = pre-muestra 1, correspondiente al número de observaciones efectivas tomadas en campo

n_2 = diferencia entre n_1 y n

Dado que el tamaño real de la muestra (n_1) en los tres estratos socioeconómicos fue mayor que el tamaño de la pre-muestra (n), ($n_1 > n$) (Anexo 28), se recomienda tomar en campo las n_2 observaciones faltantes en la misma zona de estudio donde se obtuvieron las n_1 observaciones de la muestra, esto con el fin de cumplir con la confiabilidad deseada para

el muestreo. Así por ejemplo, en el estrato alto, sería necesario tomar 48 muestras adicionales, en el estrato intermedio 112 y en el estrato bajo 12 muestras, es decir, se tiene que repetir el esfuerzo de muestreo realizado para el presente estudio.

El segundo levantamiento de muestras en campo no se pudo llevar a cabo; por lo que se procedió a emplear las cifras de GPC de residuos obtenidas hasta el momento para realizar un análisis de confiabilidad al 90 %, con el fin de aceptar o rechazar los estadísticos de la muestra como los parámetros del universo de trabajo, incluyendo todos los estratos socioeconómicos de la población muestreada, es decir, a toda la ciudad de La Paz.

Para el análisis de confiabilidad, se efectuó una prueba de hipótesis en dos colas, para definir si la media muestral (\bar{x}) es igual o diferente de la media poblacional (μ). Para lo anterior, se procedió a establecer una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alternativa (H_1).

$H_0: \bar{x} = \mu$	$H_1: \bar{x} \neq \mu$
Hipótesis nula	Hipótesis alternativa

La hipótesis nula (H_0) a comprobar o rechazar establece que la media muestral no difiere significativamente de la media poblacional, mientras que la hipótesis alternativa (H_1) establece lo contrario, es decir, que la media obtenida de la muestra si difiere de la media poblacional. De aceptarse la hipótesis nula, se puede concluir que los estadísticos de la muestra pueden ser tomados como los parámetros del universo de trabajo, por lo contrario, si se acepta la hipótesis alternativa sería necesario realizar un nuevo muestreo y desechar el analizado.

Para proceder a aceptar o rechazar la hipótesis nula se empleó la prueba de la razón de varianzas (F) de Fisher, el objetivo es corroborar que la media poblacional estimada para un determinado estrato socioeconómico, es igual a las medias poblacionales estimadas de los demás estratos socioeconómicos en que se subdividió la población muestreada.

La razón F se expresa entre dos varianzas poblacionales estimadas independientemente:

$$F = (S_1)^2 / (S_2)^2$$

El subíndice indica el número de muestra y cada S_2 , representa la estimación de la varianza poblacional basada en la muestra. La prueba consiste en la aceptación o rechazo de la hipótesis nula que establece que la media muestral (de 0.83, 1.09 y 0.61 kg/hab/día en los estratos alto, intermedio y bajo respectivamente) no difieren significativamente de la media poblacional (0.84 kg/hab/día). Así como la media en la desviación estándar muestral (0.44, 0.56 y 0.38 en los estratos alto, intermedio y bajo respectivamente) difieren o no significativamente de la varianza poblacional (0.46) (Anexo 29).

6.1.1.4 Caracterización de residuos sólidos domésticos

Las muestras empleadas para la determinación de la caracterización fueron las mismas que para la determinación de la GPC de RSD, por lo que la descripción metodológica correspondiente a esta etapa será descrita a partir de que los residuos de los tres estratos socioeconómicos se recibieron en las instalaciones del relleno sanitario; esto incluye la recepción de muestras, el cuarteo, la selección y determinación del peso de subproductos, y el análisis de resultados.

- Recepción de muestras

Para la caracterización de RSD, se empleó la metodología descrita por las normas mexicanas (NMX-AA-015-1985, NMX-AA-019-1985, NMX-AA-022-1985, NMX-AA-091-1987, NMX-AA-061-1985). El espacio asignado para la caracterización de los RSD se ubicó dentro de las instalaciones del relleno sanitario, sobre un área plana con dimensiones aproximadas de 8 x 8 m, con piso de tierra cubierta con lonas plásticas, bajo la sombra de una techumbre estable de lámina de aproximadamente 7 m de alto (Anexo 17). La techumbre fue de suma importancia ya que evitó la pérdida de peso por evaporación, principalmente de los residuos orgánicos, también ayudó a evitar el desprendimiento de polvo u otros residuos finos por el viento, así como para evitar que residuos externos a la muestra se integraran durante la caracterización.

En el sitio se contó con un contendor con capacidad volumétrica de 140 l y 25 contenedores plásticos con capacidad volumétrica de 19 l y 22 l, además de otras herramientas como

palas, escobas y biello. El personal asignado para las operaciones de cuarteo, selección y pesado de subproductos fueron cinco personas, quienes en todo momento emplearon el equipo de protección personal (guantes de carnaza, lentes, chaleco y mascarilla) (Anexo 30 y 31).

- *Cuarteo*

Una vez pesadas cada una de las bolsas negras correspondientes a cada hogar, se procedió a abrirlas y vaciarlas sobre el piso limpio y perfectamente despejado formando un montículo en el centro del área de trabajo. Posteriormente, entre cuatro personas traspalaron los residuos (con pala y biello) hasta homogeneizarlos perfectamente. Finalmente se dividió el monto total en cuatro partes iguales, a las cuales se les clasifica como A, B, C y D (Anexos 30 y 31).

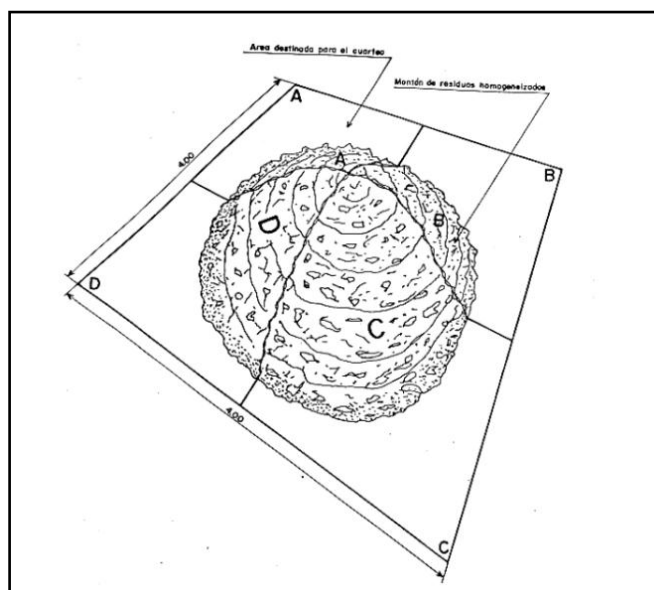


Figura 9. Ilustración del método de cuarteo de residuos establecida por la NMX-AA-015-1985.

De los cuatro montos formados (A, B, C y D) se eliminaron las partes opuestas, ya sea A – C o B – D y se repitió esta operación, es decir, se repetía el proceso de homogenización correspondientes a las dos partes opuestas no eliminadas, volviendo a separar en cuatro partes, y eliminando dos partes opuestas, cuantas veces fuera necesario, siempre y cuando no se redujera el monto a menos de 50 kg de residuos.

El peso promedio de los residuos entregados diariamente para la determinación de la GPC en el estrato alto, intermedio y bajo fue de 121, 193 y 153 kg, respectivamente. Sin

embargo tras el proceso de cuarteo, el peso de las muestras disminuyó a un promedio de 73, 88 y 80 kg, respectivamente. Durante el cuarteo de los residuos, generalmente se eliminó en una sola ocasión las partes opuestas del montículo.

- *Selección de subproductos*

Una vez seleccionado el monto de residuos correspondiente se procedió a efectuar la selección de subproductos de forma manual, depositándolos hasta agotarlos en contenedores de plástico con capacidad volumétrica de 19 a 22 l (Anexo 31). El criterio de selección del número y tipo de fracciones se hizo con modificación a la NMX-AA-022-1985, la propuesta de Ojeda-Benítez *et al.* (2003) y el conocimiento previo sobre la potencialidad de reciclaje que tienen algunos residuos en la localidad. De esta manera los residuos se agruparon en tres grandes categorías, orgánicos reciclables, inorgánicos reciclables y no reciclables (Figura 10).

- *Determinación del peso de subproductos*

Solo una vez que se separaron cada una de las fracciones de subproductos, se pesaron por separado en una balanza digital y se anotó el dato en una hoja de registro (Anexo 32).

Para estimar el porcentaje en peso de cada uno de los subproductos se empleó la siguiente expresión:

$$PS = \frac{G1}{G} \times 100 \quad \text{Ecuación 7}$$

Dónde:

PS = porcentaje del subproducto considerado

G1 = peso (en kg) del subproducto considerado (sin considerar el peso de la bolsa o contenedor de plástico)

G = Peso total de la muestra (que como mínimo debe ser de 50 kg)

El resultado obtenido al sumar los diferentes porcentajes (de los 32 diferentes subproductos), debía ser como mínimo el 98 % del peso total de la muestra (G). En caso contrario se debería repetir la determinación.

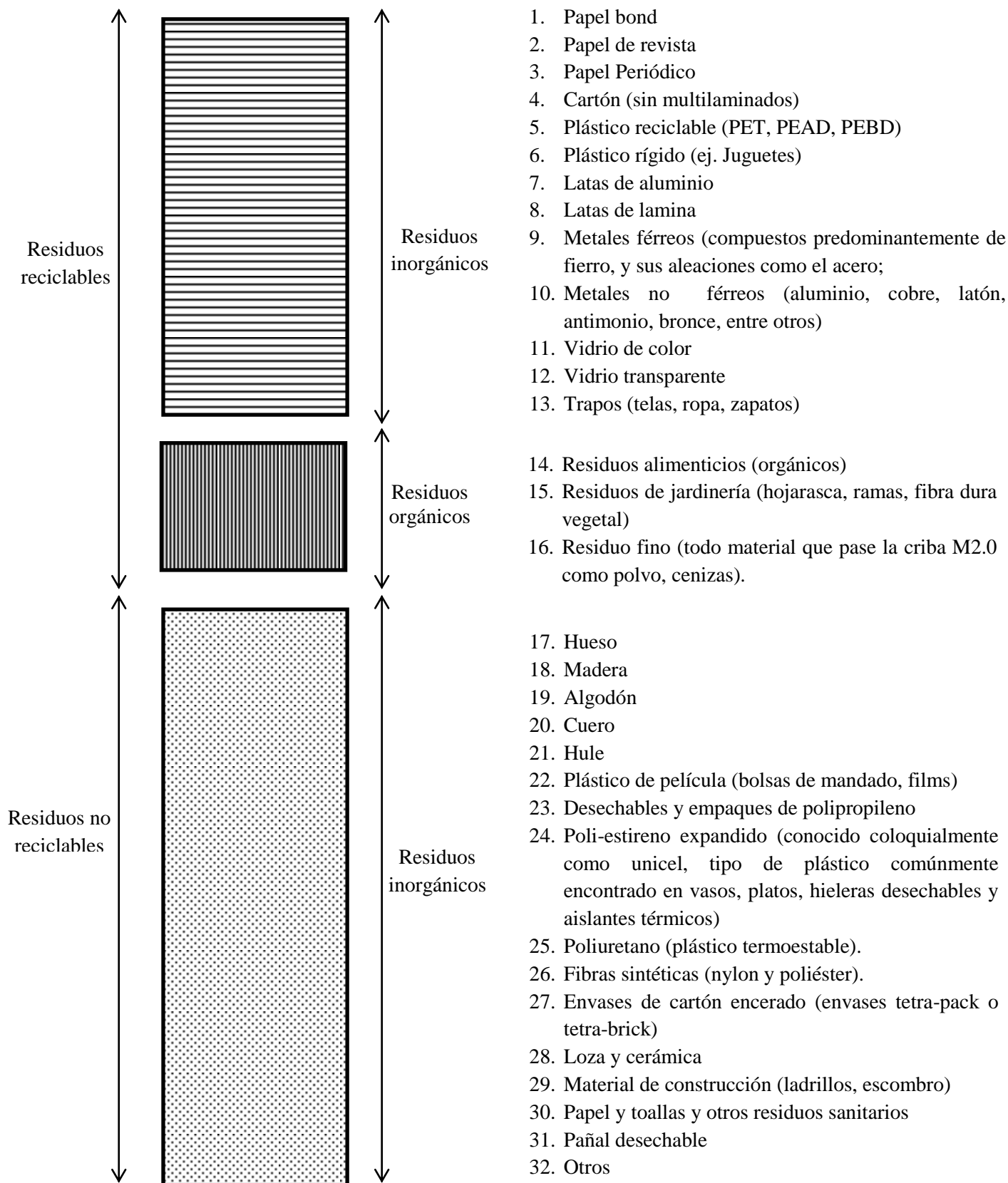


Figura 10. Categorías de subproductos seleccionados para su cuantificación a partir de los residuos sólidos domésticos.

6.1.1.1.4.1 Densidad de residuos

Una vez determinada la caracterización de los RSD, se procedió a determinar la densidad de diversas clasificaciones de subproductos. Las clasificaciones seleccionadas incluyeron: residuos en masa, residuos orgánicos, fracciones particulares de residuos reciclables (cartón, metales, plástico, vidrio), residuos reciclables en conjunto, residuos inorgánicos no reciclables, y otra clasificación que incluía a todos los residuos inorgánicos (reciclables y no reciclables). La información quedó registrada en un formato (Anexo 39).

Para esta determinación fue necesario tener a disposición contenedores de plástico cilíndricos libres de abolladuras y perfectamente limpios, a los cuales se les determinó su capacidad volumétrica de acuerdo con las formulaciones volumétricas existentes (para la geometría particular de dichos contenedores).

La balanza empleada se taraba con el peso del contenedor empleado, posteriormente este último se llenaba hasta el tope con los residuos de interés homogenizados, se golpeaba el recipiente contra el suelo tres veces dejándolo caer desde una altura de 10 cm y cuando así fuese necesario se agregaban nuevamente residuos sólidos hasta volverlo a dejar al ras, teniendo cuidado de no presionar al colocarlos en el recipiente; esto con el fin de no alterar el peso volumétrico de los residuos. Para obtener el peso neto de los residuos sólidos, se pesó el recipiente con estos y se restó el valor de la tara. Cuando no se tuvo la cantidad suficiente de residuos para llenar los recipientes, se marcó en éste y se determinó dicho volumen.

Para calcular el peso volumétrico (densidad) de los residuos se empleó la siguiente expresión:

$P_v =$ Peso volumétrico del residuo sólido, en kg/m^3

$p =$ peso de los residuos sólidos (peso bruto, menos tara), en kg

$V =$ Volumen del recipiente, en m^3

- Residuos en masa

Los residuos seleccionados para esta prueba corresponden a los excluidos durante la primera etapa del cuarteo; es decir, si para la separación de subproductos se seleccionaron las fracciones A y C, entonces para la determinación de su volumen y densidad se tomaron las porciones ya sean B o D.

- Residuos orgánicos reciclables

Para determinar el peso volumétrico de esta fracción se mezclaron los residuos orgánicos como alimentos (residuos de frutas y verduras, restos de café, huesos de frutas, cascara de huevo, pedazos de tortillas y pan, servilletas blancas con residuos de comida), así como restos de poda y ciega como resultado de actividades de jardinería (hojarasca, troncos, ramas y hojas secas, carbón, estiércol, aserrín) así como otros residuos orgánicos como cabello, palillos, cerillos, tierra y arena (considerados como residuos finos).

- Fracciones particulares de residuos reciclables

- a) **Cartón:** se incluyeron todo tipo de cajas de cartón limpio, cartón corrugado, pasta de cuadernos, cajas para productos diversos (pañuelos de papel, medicamentos, juguetes, alimentos, cereales, productos de belleza y limpieza, zapatos, y de regalo, entre otros). Se excluyeron cajas contenedoras de huevos, y multilaminados (los envases de cartón tetra-brick), o aquellos que se encontraran contaminados por aceite, agua o residuos orgánicos. Para determinar su peso volumétrico, las cajas se desarmaron y se plegaron antes de acomodarlas dentro del contenedor.
- b) **Metales ferrosos y no ferrosos:** se incluyeron latas de aluminio, hojalata y de lámina (de refrescos, jugos y conservas), clips, latas vacías de pintura en aerosol, tapones metálicos; alambre, clavos, tuercas, cadenas, entre otros.
- c) **Plástico:** se incluyeron botellas, tapaderas y tapones de envases plásticos (preferentemente escurridos y compactados para ahorrar espacio), de los tipos 1, 2 y 4 (PET, PEAD, PEBD).

- d) Vidrio: se incluyeron todo tipo frascos, vasos, ventanas y botellas de vidrio, ya sean íntegras o rotas, de diferentes colores (transparente, azul, verde, ámbar, negro). Los residuos de vidrio que no se incluyeron fueron los contaminados con residuos peligrosos como aceites, solventes, muestras biológicas, entre otros.

- *Residuos inorgánicos reciclables*

Para determinar el peso volumétrico de esta fracción se mezclaron los residuos utilizados en la etapa anterior como: cartón, papel, vidrio, plástico, metales y textiles; se colocaron nuevamente como una pila de residuos y se mezclaron con el biello y la pala hasta homogenizarlos perfectamente; Posteriormente se vaciaron dentro de un contenedor y se determinó su peso volumétrico según la metodología antes descrita.

- *Residuos inorgánicos no reciclables*

Dentro de esta clasificación se encuentran aquellos residuos como platos, vasos y utensilios desechables de plástico o unicel, encerados, de tipo tetra-brick o multilaminados; películas plásticas, bolsas de frituras, papel aluminio sucio, cartón y papel sucios o con estampas adhesivas, pegamento o grasa, cinta adhesiva, colillas de cigarro, foamy, gis, crayolas, lápices, plumas y marcadores, globos, papel celofán, papel contac, papel carbón, toallas de papel, papel y toallas sanitarias, pañales, heces de animales, cubre bocas, empaques de medicamentos, jabón, hilos, jeringas, algodones, y todo tipo de residuos que no correspondan a la clasificación de residuos reciclables de tipo inorgánico u orgánico.

Residuos inorgánicos

Para determinar el peso volumétrico de esta fracción se mezclaron los residuos inorgánicos no reciclables y la mezcla de residuos inorgánicos reciclables.

Durante las siguientes cinco etapas de manejo de residuos (pre-recolección, recolección y transporte, tratamiento y disposición final) fue de gran utilidad la aplicación de un cuestionario de evaluación (Anexo 12), el cual fue llenado por los participantes durante el estudio para la determinación de la GPC, caracterización y densidad de RSD. El

cuestionario consta de 25 preguntas, este es adicional a la metodología establecida por las normas mexicanas y fue elaborado con modificación al formato establecido por Guerrero-Pedraza (2004) en la ciudad de Tijuana, B. C. El cuestionario permitió conocer la percepción que tiene la sociedad sobre la calidad en el servicio de limpia proporcionado por el Municipio, información que anteriormente se desconocía. Los ítems del cuestionario se capturaron en una base de datos de Excel (versión 2010), y se procesaron y analizaron mediante estadística descriptiva, con modificaciones de Aviña-Hernández (2011).

6.1.2 Pre-recolección de residuos

Se efectuó una revisión bibliográfica de los trabajos previos desarrollados a nivel local que contemplaran información sobre esta etapa, además, como se mencionó anteriormente durante la determinación de la GPC y caracterización de RSD, se aplicó un cuestionario de evaluación a un total de 183 hogares, es decir, 61, 47 y 75 muestras en los tres estratos alto, intermedio y bajo respectivamente. El cuestionario incluyó aspectos relacionados con la pre-recolección de residuos, como son la percepción de la población sobre la problemática ambiental en su localidad, formas de manejo de residuos, el grado de educación y sensibilización de los habitantes sobre la importancia de separar los residuos en al menos dos o tres fracciones (orgánicos e inorgánicas y reciclables), así como las costumbres de embalaje de residuos, y el reconocimiento de las diferentes fracciones de residuos contenidos en la basura que normalmente generan.

6.1.3 Recolección y transporte

Durante esta etapa se recurrió a la información proporcionada por la DGSPM, con datos acumulados en bitácoras de registro de los montos en toneladas y número de viajes tanto de unidades oficiales, particulares y comerciales que ingresan al relleno sanitario. Se tomaron como fechas de estudio únicamente los meses de agosto y septiembre de 2011 y se organizó detalladamente la información por día y por semana.

Se estimó la participación del sector comercial y particular y se comparó con el que ofrece el servicio público. Los datos fueron obtenidos a partir de reportes realizados por la

DGSPM. Se identificaron también el número de rutas de recolección y transporte de residuos. Se estimó la cobertura que tiene el servicio de recolección (%) en función del número de toneladas reportadas por unidades oficiales y por unidades particulares y de servicios.

Se calculó la disponibilidad de las unidades de recolección (DUR) (Unidades/100 mil habitantes), este dato se obtuvo de la división del número de unidades de recolección entre el número de habitantes, multiplicado por cien mil. Se determinó la capacidad de recolección de flotilla (CRF) (Ton/día/Unidad), este dato se obtuvo de la división de las toneladas de RSU generadas por día entre el número de unidades que conforman la flotilla vehicular.

Algunas de las preguntas que se contemplaron en el cuestionario de evaluación con respecto a esta etapa, fueron la cobertura, la frecuencia del servicio, la satisfacción con los horarios, la percepción y satisfacción que se tienen del el servicio, también se dio la oportunidad de exponer alguna queja o sugerencia de mejora, de reconocimiento de fortalezas y recomendaciones para mejorar la frecuencia semanal y horario de recolección.

6.1.4 Tratamiento

Durante el desarrollo de esta etapa de manejo de residuos, se concentró la atención en la identificación de centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la ciudad de La Paz, además de que se revisó la normatividad ambiental existente, permisos, reglamentos e instrumentos legales entorno a la operación adecuada de estos sitios, así como la identificación de las alternativas y deficiencias que existen para impulsar la comercialización de residuos reciclables a partir de los residuos en la localidad.

Se preparó material en forma de entrevista con el fin de efectuar una visita formal a cada una de los centros de acopio ubicados en la Ciudad de La Paz, y solicitarles información relacionada con su labor (anexos 59 y 60). Se incluyeron campos como el nombre de la empresa u organización, ubicación, teléfono, horarios de trabajo, tiempo de consolidación, nombre del propietario o responsable, su origen y experiencia en el ramo. De igual forma se

abordó el tipo de residuos que recuperan y tonelaje de recuperación mensual, tratamiento que le dan a los residuos y destino final de los mismos (ubicación y nombre de las empresas a las cuales venden), precio de compra y de venta, principales proveedores de residuos, infraestructura con la que cuentan para el tratamiento y transporte de los residuos dentro o fuera de la ciudad a otras ciudades del país, y gastos de comercialización (tiempo requerido, gastos aduanales, combustible, personal), entre otros.

También se compararon las cifras de generación de residuos con las de recuperación de residuos en centros de acopio.

6.1.5 Disposición final

6.1.5.1 Relleno sanitario

Se enlistaron los requisitos con los que debe cumplir el relleno sanitario ubicado en la Ciudad de La Paz, de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003 y se elaboró un formato de cumplimiento/incumplimiento para el registro de las observaciones realizadas durante varias visitas guiadas al relleno sanitario (las suficientes para llenar los campos obligatorios de evaluación). El cuestionario de evaluación también incluyó dos preguntas respecto al reconocimiento del sitio oficial para la disposición final de residuos y la capacidad de reconocimiento por haber sido participes en la formación de tiraderos irregulares.

6.1.5.2 Pепенadores

Se elaboró un formato de entrevista (Anexo 66), con el objeto de determinar el número de pepenadores que trabajan en el sitio de disposición final, sus condiciones de trabajo, edad, sexo, nivel educativo, registro, ganancias mensuales, semanales o diarias, según el caso, materiales que recuperan, estrategias de recolección y comercialización de materiales, formación de sindicatos, entre otras variables. Se entrevistó a un total de 18 pepenadores.

6.1.5.3 Tiraderos irregulares

Se elaboró un formato para la caracterización de tiraderos irregulares (Anexo 67). Este formato, facilitó la toma de datos, permitiendo registrar información lo más completa posible, integrando características del sitio como son, cercanía a cauces de arroyos, playas, viviendas, escuelas, carreteras y caminos; reconocer si se trata de terrenos baldíos, terrenos delimitados con barda con o sin acceso a vehículos, ubicación en colonias marginales (con escaso servicio de recolección de residuos), indicar la presencia de pepenadores o vigilantes, presencia de fauna nociva en el sitio (cerdos, perros, aves, insectos, vacas, entre otros); indicios de incendios previos recientes o antiguos así como la presencia de señalamientos que indicaran la prohibición, y/o sanción por disposición de residuos en la zona.

Se determinaron las rutas de inspección; esta primera etapa consistió ubicar en el plano las rutas en función de los caminos y carreteras existentes, excluyéndose los lugares inaccesibles para un vehículo. Se buscó información para la ubicación y descripción de tiraderos irregulares en estudios previos locales, o por fuentes oficiales como el Ayuntamiento. Además de esta búsqueda, se realizó una inspección a través de imágenes de satélite de mapas de google. Posteriormente se procedió a tomar datos en campo para la identificación y caracterización de los tiraderos irregulares. Cuando se localizaba un vertedero, se tomaban las fotografías que se consideraron oportunas y se anotaron sus características básicas: localización en el mapa, acceso, número identificativo, volumen aproximado (con ayuda de una cinta métrica para cubicar el vertedero), composición de los residuos (1. De construcción y demolición; 2. Plásticos; 3. Poda y siega; 4. Residuos sólidos domésticos; 5. Residuos peligrosos; 6. Residuos eléctricos, electrónicos, electrodomésticos, línea blanca y línea gris; 7. Residuos agrícolas y 8. Residuos comerciales. Todo esto con el fin de identificar el origen (industrial, agrícola o urbano). En cuanto a la diversidad por tamaños se clasificarán en cinco categorías (<50 m³, 50-300, 300-500, 500-1000, >1000 m³). En función de su composición mayoritaria se establece una categoría de siete tipos (1. Construcción, 2. Plásticos, 3. Poda y siega, 4. Mezcla, 5. Mezcla más peligrosa, 6. Muebles y electrodomésticos, 7. Agrícolas. (Anexo 67).

7 RESULTADOS

7.1 Estudio de las seis etapas de manejo de residuos

7.1.1 Determinación de la generación

7.1.1.1 Crecimiento poblacional

El crecimiento población que se ha venido presentando la ciudad de La Paz se puede apreciar en la figura 11:

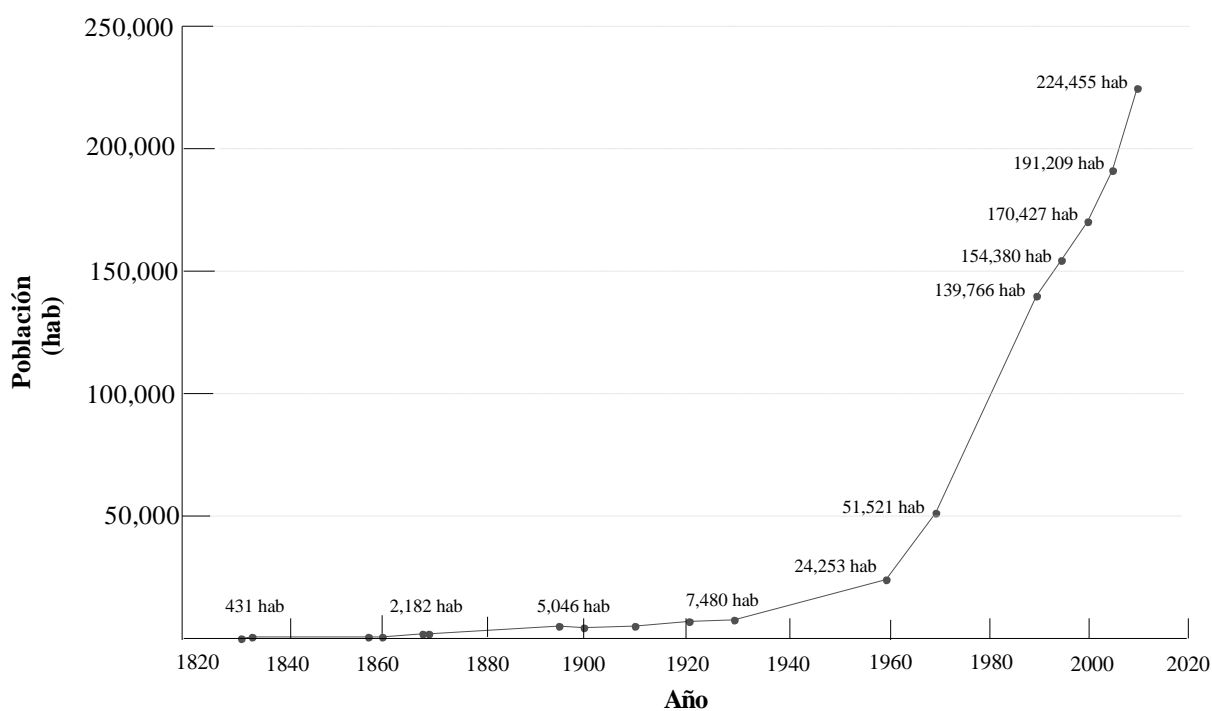


Figura 11. Crecimiento demográfico en la ciudad de La Paz durante el periodo 1832 -2010.

Durante el periodo 1832-1930 la población en la Ciudad de La Paz presentó un crecimiento estancado, alcanzando apenas los 8 millares de habitantes, con una tasa de crecimiento promedio de 6.51 unidades; posteriormente durante el periodo 1930-1960 la población se incrementó dentro de una fase lag con un promedio de 2.3 unidades, durante 1960-1990 se presentan altas tasas de crecimiento poblacional entre las 3 y 11 unidades (con un promedio

de 6.57 unidades), alcanzando la población de la Ciudad de La Paz los 140 millares de habitantes. Finalmente durante el periodo 1995-2010, el crecimiento poblacional presenta las tasas de crecimiento más bajas en comparación con la etapa anterior más cercana, pero que además se mantiene constante con valores entre las 2 y 3 unidades, con un promedio 2.37 unidades (considerando un crecimiento exponencial de la población), en este último periodo (1995-2010), la población alcanza casi los 225 millares.

Tabla XVI. Estimación de la tasa de crecimiento (r) de la población en la Ciudad de La Paz, empleando tres algoritmos (aritmético, geométrico y exponencial).

La Paz (Ciudad)		Tasa de crecimiento		
Año	Población	(r) Aritmético	(r) Geométrico	(r) Exponencial
2010	224455	3.48	3.26	3.21
2005	191209	2.44	2.33	2.30
2000	170427	2.08	2.00	1.98
1995	154380	2.09	2.01	1.99
1990	139766	8.56	5.12	4.99
1970	51521	11.24	7.83	7.53
1960	24253	6.57	3.70	3.63
1930	8166	1.02	0.98	0.97
1921	7480	3.19	2.77	2.74
1910	5536	0.97	0.93	0.93
1900	5046	-0.53	-0.54	-0.54
1895	5184	5.29	3.38	3.33
1869	2182	12.47	12.47	11.76
1868	1940	11.00	8.21	7.89
1860	1032	-0.79	-0.79	-0.80
1857	1057	1.54	1.32	1.32
1834	781	40.60	34.61	29.72
1832	431			

El algoritmo que mejor describe el crecimiento poblacional en la Ciudad de La Paz, durante el periodo 1990-2010 es el modelo exponencial, a una tasa promedio de 2.37, con esta cifra se procedió a estimar el crecimiento poblacional durante el periodo 2010-2020.

Tabla XVII. Proyección del crecimiento poblacional en la Ciudad de La Paz durante el periodo 2010-2020.

Año	Población real	Proyección en población		
		Aritmético	Geométrico	Exponencial
2020		284,981	284,549	284,442
2015		253,074	252,754	252,674
2010	224,455	224,739	224,511	224,455
2005	191,209	199,576	199,425	199,387
2000	170,427	177,231	177,141	177,119
1995	154,380	157,388	157,348	157,338
1990	139,766			

7.1.1.2 Generación total de residuos

Se obtuvieron cifras referentes a la generación total de RSU mensuales y anuales en la Ciudad de La Paz, durante el periodo comprendido de 1996 a 2011, los cuales fueron proporcionados por el departamento de cómputo de la DGSPM, y la información publicada por el CIM (2010). Esta información se presenta en la Tabla XVIII y la Figura 12. Los datos incluyen los residuos recolectados y transportados por unidades oficiales, comerciales y particulares hasta el sitio de disposición final oficial.

En la Tabla XVIII, se resume la tendencia que se ha presentado al incremento porcentual anual en la generación total de RSU durante el periodo 1996-2011.

Tabla XVIII. Generación total (en toneladas) de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, B. C. S., reportada en toneladas mensuales durante los periodos anuales de mayo 1996 – abril 2011.

Fuente: los datos correspondientes al periodo 1996-2009 fueron obtenidos a partir del CIM (Centro de Información Municipal) en su Catálogo Gráfico de Estadísticas Municipales 1996-2010 de Servicios Públicos Municipales. Los datos correspondientes al periodo 2009-2011 fueron obtenidos en la DGSPM facilitados por el jefe de departamento de cómputo, C. Israel Arias Sotelo.

PERIODO	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	GEN TOTAL/AÑO	GEN TOTAL/DÍA
2010-2011	10,091.00	9,415.00	10,412.00	10,484.90	10,065.88	9,829.88	9,360.46	9,895.00	9,378.39	8,204.23	8,547.21	8,519.70	114,203.65	312.89
2009-2010	10,099.79	10,145.72	11,155.35	10,734.57	10,398.73	10,951.46	9,382.40	10,877.00	9,784.00	8,692.00	9,906.00	8,354.00	120,481.02	330.08
2008-2009	10,304.00	10,703.00	11,222.00	10,162.00	10,210.00	11,230.00	9,932.00	9,783.00	10,376.00	8,873.00	10,233.31	9,934.76	122,963.07	336.89
2007-2008	10,304.00	10,279.00	11,507.00	11,249.00	10,890.00	10,855.00	9,918.00	10,590.00	10,326.00	9,672.00	9,826.00	10,400.00	125,816.00	344.70
2006-2007	9,262.00	9,310.00	9,470.00	9,231.00	9,779.00	10,874.00	9,638.00	10,120.00	9,485.00	8,499.00	9,567.00	9,598.00	114,833.00	314.61
2005-2006	9,406.00	10,574.00	10,705.00	8,216.00	9,590.00	9,105.00	9,583.00	9,930.00	9,512.00	8,808.00	9,305.00	9,095.00	113,829.00	311.86
2004-2005	9,501.00	9,196.00	9,721.00	10,428.00	1,061.00	9,574.00	9,438.00	9,477.00	10,460.00	10,045.00	9,998.00	9,811.00	108,710.00	297.84
2003-2004	6,228.00	7,505.00	7,693.00	9,639.00	11,863.00	9,105.00	8,374.00	8,856.00	9,178.00	8,805.00	9,092.00	9,268.00	105,606.00	289.33
2002-2003	7,358.00	6,738.00	8,217.00	7,377.00	7,066.00	6,936.00	6,494.00	7,453.00	7,247.00	7,209.00	7,193.00	7,243.00	86,531.00	237.07
2001-2002	7,572.00	7,516.00	7,690.00	6,824.00	6,223.00	6,543.00	6,722.00	6,973.00	7,203.00	6,643.00	6,487.00	6,733.00	83,129.00	227.75
2000-2001	7,147.00	6,495.00	7,035.00	6,537.00	6,775.00	6,618.00	6,242.00	6,707.00	7,443.00	6,862.00	6,730.00	6,691.00	81,282.00	222.69
1999-2000	6,435.00	6,495.00	6,661.00	6,528.00	6,237.00	5,721.00	6,272.00	6,265.00	6,454.00	6,061.00	5,776.00	5,788.00	74,693.00	204.64
1998-1999	5,757.00	5,710.00	6,410.00	6,483.00	5,704.00	5,911.00	6,047.00	6,244.00	6,114.00	6,033.00	6,077.00	6,109.00	72,599.00	198.90
1997-1998	5,976.57	4,832.37	6,251.85	6,851.98	6,529.23	6,271.49	5,972.35	6,704.73	5,738.37	5,735.23	5,680.08	5,720.50	72,264.75	197.99
1996-1997	5,279.40	4,877.80	5,708.70	5,791.60	6,672.80	5,027.70	5,277.70	5,681.60	5,967.60	5,090.80	5,133.40	5,718.46	66,227.56	181.45
% aportación mensual	8.26	8.13	8.86	8.66	8.19	8.43	8.11	8.59	8.54	7.92	8.15	8.15	100.00	

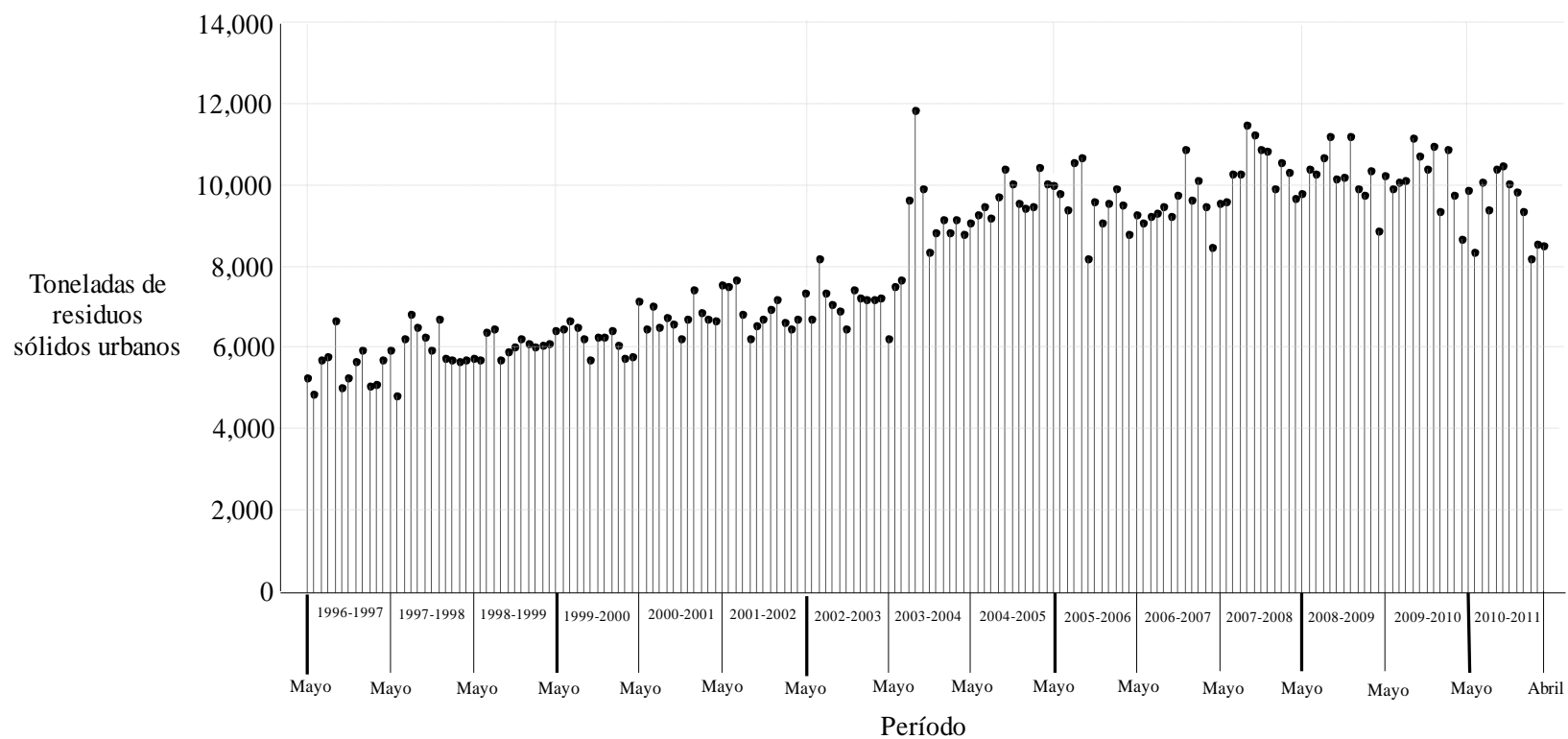


Figura 12. Generación total de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, reportada mensualmente durante el periodo mayo, 1996 – abril, 2011. Fuente: los datos correspondientes al periodo 1996-2009 fueron obtenidos a partir del CIM en su Catálogo Gráfico de Estadísticas Municipales 1996-2010. Los datos correspondientes al periodo 2009-2011 fueron obtenidos en la DGSPM, facilitados por el jefe de Departamento de Cómputo, C. Israel Arias Sotelo.

Tabla XIX. Generación total de residuos sólidos urbanos e incremento promedio anual y acumulativo durante los periodos anuales 1996-2011, en la Ciudad de La Paz. Fuente: DGSPM (2011), CIM (2010).

Período	Generación total de RSU (Ton)	Incremento % anual en la generación total de RSU	Incremento % acumulativo
2010-2011	114,203.65	-5.21	72.44
2009-2010	120,481.02	-2.02	81.92
2008-2009	122,963.07	-2.27	85.67
2007-2008	125,816.00	9.56	89.98
2006-2007	114,833.00	0.88	73.39
2005-2006	113,829.00	-3.3	71.88
2004-2005	117,710.00	10.62	77.74
2003-2004	106,412.00	22.98	60.68
2002-2003	86,531.00	4.09	30.66
2001-2002	83,129.00	2.27	25.52
2000-2001	81,282.00	8.82	22.73
1999-2000	74,693.00	2.88	12.78
1998-1999	72,599.00	0.46	9.62
1997-1998	72,264.75	9.12	9.12
1996-1997	66,227.56		
Promedio		4.21	

Un aspecto a tener en consideración es que la estimación del incremento promedio anual porcentual en la generación de RSU, puede verse distorsionado debido a que en algunos años el incremento es muy elevado por encima de ocho y diez unidades porcentuales, mientras que en otros años el incremento en la generación es negativo, de manera tal que se oculta la tendencia general que describe la generación de residuos a lo largo del periodo considerado.

El cálculo del incremento en el promedio de la generación de residuos resulta más certero si se obtiene como promedio de los incrementos anuales durante los 14 periodos, lo cual equivale a 4.21 %, en comparación con el obtenido a partir de la diferencia porcentual en la generación de residuos entre el periodo más antiguo y reciente, y el tiempo transcurrido

(4.82 %). El incremento promedio anual en la generación de RSU que se considerará para este trabajo es de 4.21 %.

En el último renglón de la Tabla XVIII, se puede observar la aportación promedio mensual en generación de RSU durante el período comprendido entre 1996-y 2011, o bien se encuentran ordenadas en la Tabla XX donde los meses se citan en orden descendente de aportación en la generación total de residuos, así por ejemplo, el mes de julio se ha caracterizado durante los últimos 15 años por presentar las tasas de generación más elevadas en comparación con el mes de febrero.

Tabla XX. Porcentaje promedio de aportación mensual en la generación total de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, B. C. S. durante el periodo mayo, 1996 - abril, 2011.

	Mes del año	Porcentaje promedio de aportación en la generación total de RSU durante el período 1996 - 2011.
1	Julio	8.86
2	Agosto	8.66
3	Diciembre	8.59
4	Enero	8.54
5	Octubre	8.43
6	Mayo	8.26
7	Septiembre	8.19
8	Abril	8.15
9	Marzo	8.15
10	Junio	8.13
11	Noviembre	8.11
12	Febrero	7.92
	Total	100.00

7.1.1.3 Generación per cápita

7.1.1.3.1 De residuos sólidos urbanos

Las cifras de GPC de RSU estimadas para los años 1995, 2000, 2005 y 2010, fueron 1.175, 1.307, 1.631 y 1.394 kg/hab/día, con una población reportada de 154,380; 170,427;

191,209 y 224,455 habitantes, datos que a su vez se relacionan con una generación total de RSU de 66,227.56; 81,282.00; 113,829.00 y 114,203.65 toneladas respectivamente.

Sin embargo, estos datos corresponden a un período muy limitado de 15 años, con cifras reportadas en lustros. En la Figura 13 y Tabla XXI se muestran las cifras correspondientes a la generación total de RSU reportadas anualmente durante 1996-2010 y la correspondiente estimación de la población durante ese mismo periodo (la cual fue calculada considerando el modelo exponencial a una tasa de crecimiento de 2.37 unidades), ambas cifras permitieron relacionarlas para estimar la GPC de RSU en un mayor número de fechas, las cuales se grafican en la Figura 13.

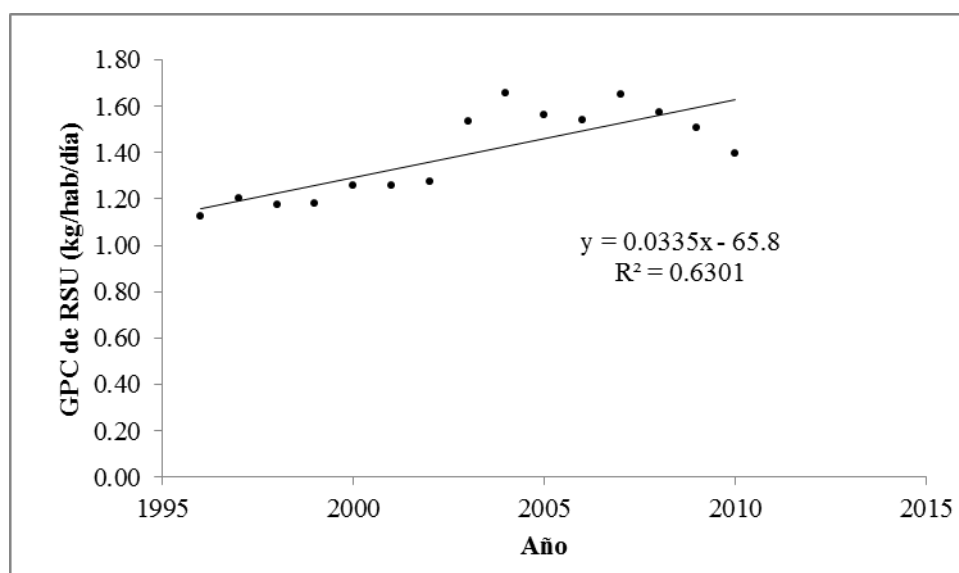


Figura 13. Cifras estimadas de generación per cápita de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz, durante los periodos anuales 1996-2011.

En la Tabla XXI también se incluye la proyección en la generación total de residuos hasta el año 2020; esta proyección se realizó de dos formas: 1. Considerando el incremento en la GPC (con una función lineal, $y = 0.0335x - 65.8$, $R^2 = 0.6301$; Figura 13), a su vez relacionándolo con la proyección del crecimiento poblacional (a una tasa del 2.37 empleando el modelo exponencial) y 2. Considerando el incremento en la generación de RSU en función del incremento promedio anual presentado durante el periodo 1996-2011,

equivalente al 4.21 % anual. Las cifras proyectadas a partir del periodo 2011 a 2020 se identifican por el cambio de tipo de letra en cursiva.

A partir de la tendencia lineal en la GPC de RSU estimada de 1996 a 2011, se proyectó la misma generación hasta el año 2020, empleando una función lineal ($y = 0.0335x - 65.8$, $R^2 = 0.6301$):

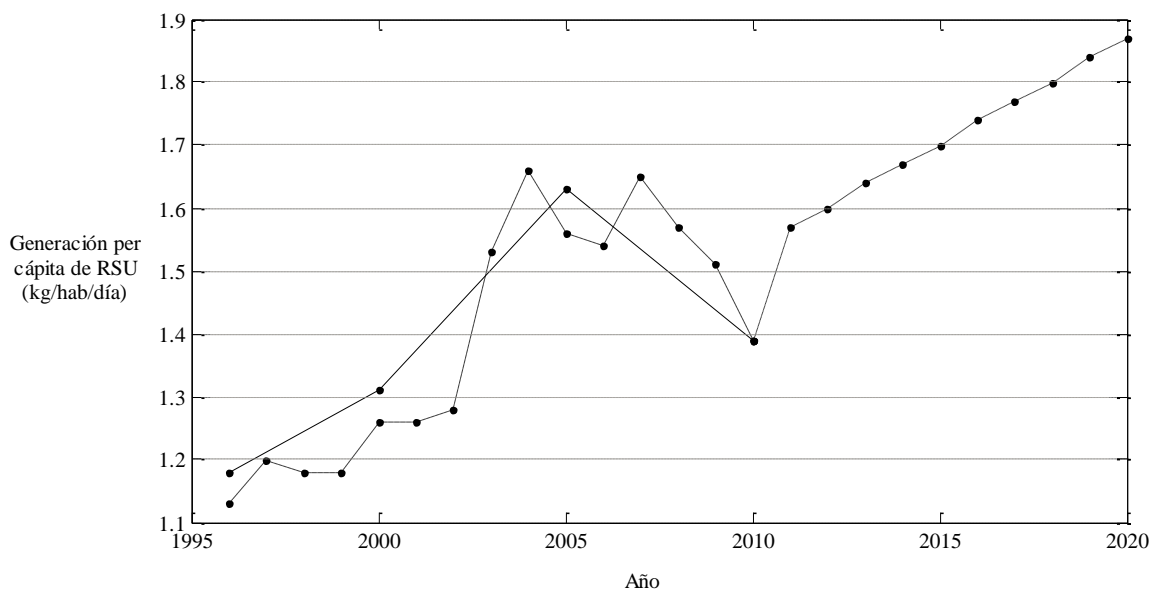


Figura 14. Estimación de la generación per cápita de residuos sólidos urbanos durante el periodo 1995-2010, y su proyección para el período 2010-2020.

- Estimación de la GPC de RSU, durante el periodo 1996-2010, reportada en lustros. Mediante la relación de cifras de población reportadas por INEGI, y cifras de generación total de RSU reportadas por la DGSPM.
- Estimación aproximada de la GPC de RSU durante el periodo 1996-2010, reportada anualmente. Mediante la relación de cifras de población estimadas a una tasa del 2.37 durante el periodo 1996-2010 y cifras de generación total de RSU reportadas por la DGSPM.
- Proyección de la GPC de RSU durante el periodo 2011-2020, reportada anualmente. Mediante el empleo de una función lineal ($y=0.0335x - 65.8$) que describe el comportamiento de la GPC de años anteriores.

7.1.1.3.2 De residuos sólidos domésticos

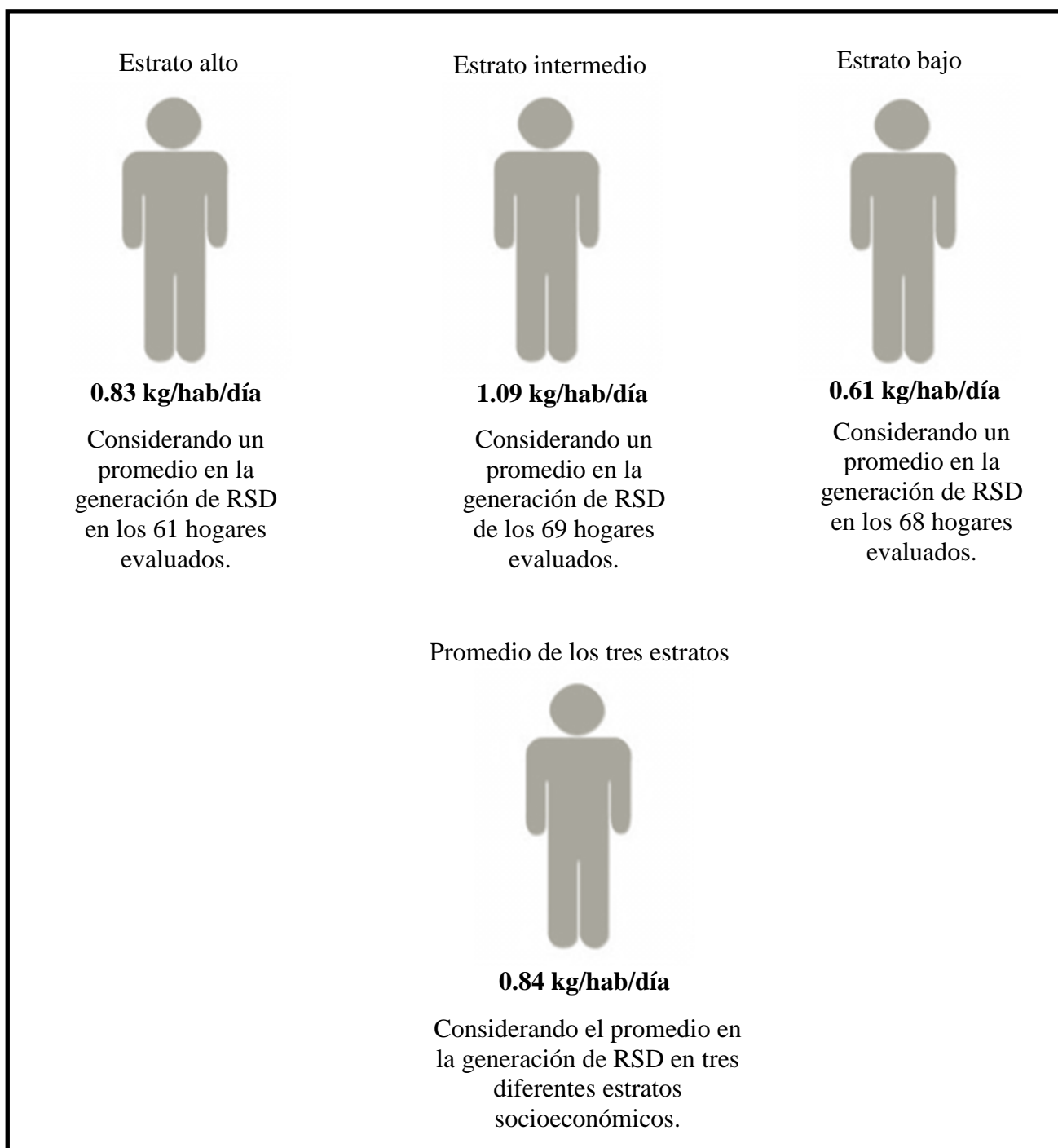


Figura 15. Generación per cápita de residuos sólidos domésticos por estrato socioeconómico en la Ciudad de La Paz, B. C. S.

El estrato bajo es el que presenta las tasas de GPC de RSD más bajas, seguido del estrato alto, mientras que el estrato intermedio es el que presenta las tasas de generación per cápita más altas.

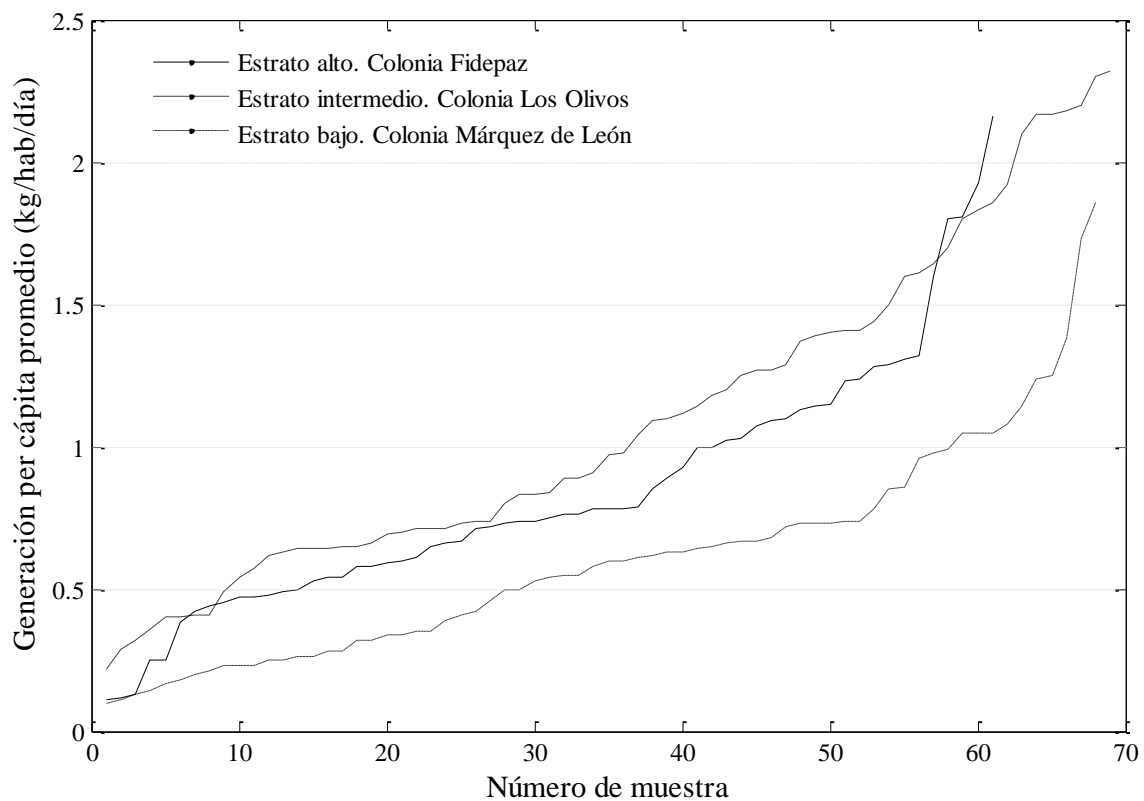


Figura 16. Comparación de la generación per cápita promedio de residuos sólidos domésticos generados en los tres diferentes estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.

En cuanto a la variación en la GPC de los RSD en función del número de habitantes por hogar en los tres estratos socioeconómicos de la ciudad de La Paz, B.C.S., se observa que a menor número de habitantes por hogar, mayor es la GPC, y viceversa.

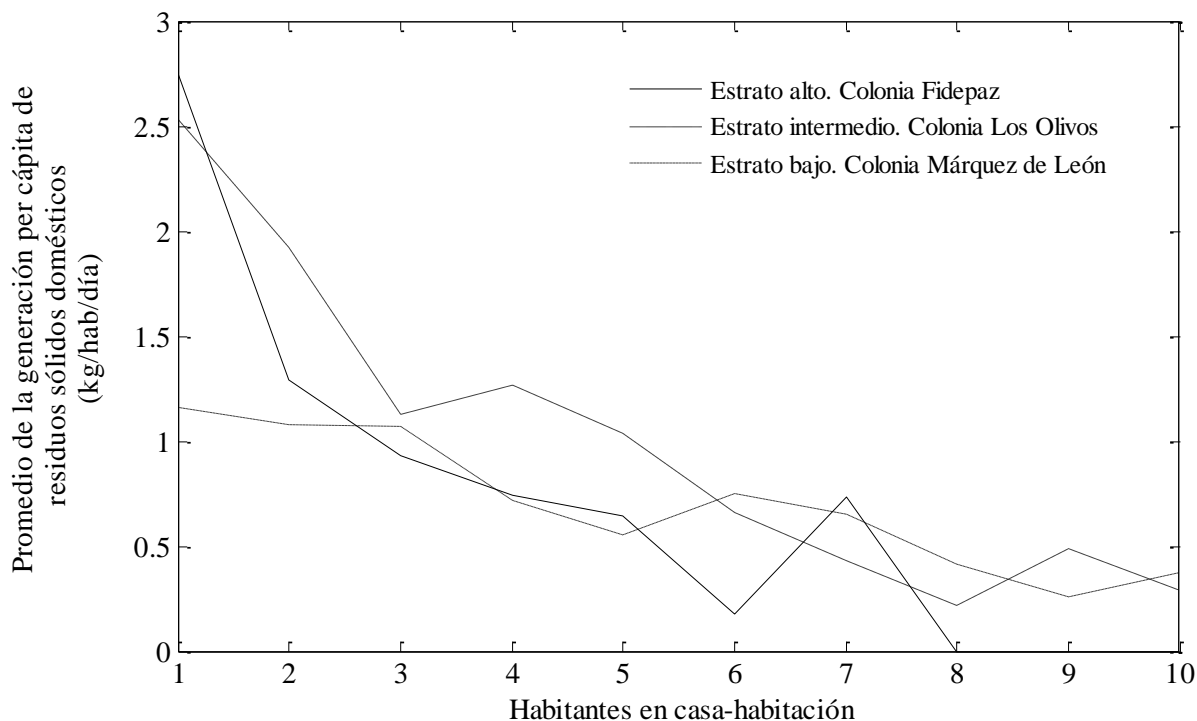


Figura 17. Comparación en la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en función del número de habitantes por hogar en los tres estratos socioeconómicos evaluados en la Ciudad de La Paz.

Al graficar mediante una distribución de frecuencias la GPC de RSD con respecto al número de muestra en los tres estratos socioeconómicos, se tiene que los datos no se comportan bajo una distribución normal, sino con una distribución positivamente asimétrica (la campana de gauss desplazada hacia el extremo izquierdo de la Figura (Anexo 23). En esta distribución, la zona con mayor densidad de datos se localiza en la región con una generación per cápita alrededor de 0.5 y 1.5 kg/hab/día. También se observan datos anómalos en la cola derecha de la distribución por encima de 2.5 kg/hab/día, los cuales posteriormente fueron rechazados empleando la prueba de Grubbs para datos sospechosos.

De acuerdo con los resultados obtenidos (Anexo 29), se rechazó la hipótesis nula, ya que existen diferencias significativas entre las varianzas contrastadas entre poblaciones, por lo tanto no es válido suponer que las varianzas entre los diferentes estratos son equiparables.

7.1.1.4 Caracterización de residuos sólidos domésticos

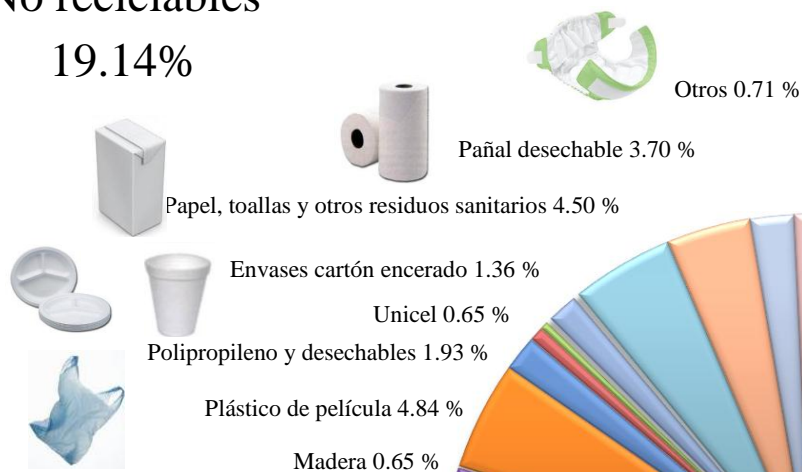
En Anexos 33, 34 y 35 se plasman el registro en peso y porcentaje de cada una de las 32 fracciones de RSD, mientras que en Anexos 36, 37 y 38 se esquematiza la composición misma de los residuos agrupándolos en tres importantes clasificaciones. Únicamente en el estrato bajo se tienen registradas cifras de caracterización correspondiente al primer día de trabajo (Anexo 35), debido a que esa muestra fue empleada para realizar el primer ejercicio piloto de caracterización.

En la Tabla XXII se muestra la comparación en la composición porcentual promedio de los RSD en los tres estratos, la figura 18 esquematiza la composición porcentual promedio en los tres estratos, y la Figura 19 esquematiza una aproximación a la generación diaria promedio de las diferentes fracciones de RSD generados en la ciudad de La Paz, considerando una GPC de RSD de 0.84 kg/hab/día, y un tamaño de población de 224,455 habitantes (CNPV, INEGI, 2010), lo que es equivalente a una generación diaria aproximada de 188.542 toneladas de RSD.

Tabla XXII. Comparación de la composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados en la Ciudad de La Paz.

SUBPRODUCTOS	Porcentaje promedio del contenido de subproductos			
	Estrato alto	Estrato intermedio	Estrato bajo	Promedio
1 Papel bond	1.02	0.86	0.88	0.92
2 Papel de revista	0.62	0.37	0.61	0.53
3 Papel periódico	0.70	1.66	0.14	0.83
4 Cartón (sin multilaminados)	5.98	3.53	2.16	3.89
5 Plástico reciclable (PET, PEAD, PEBD)	5.58	5.18	5.57	5.44
6 Plástico rígido	0.81	1.15	2.77	1.58
7 Latas (aluminio)	0.47	0.21	0.02	0.23
8 Latas (lámina)	2.12	1.35	1.02	1.50
9 Material ferroso (hierro, acero)	0.00	0.10	0.00	0.03
10 Material no ferroso (antimonio, cobre)	0.00	0.00	0.00	0.00
11 Vidrio de color	2.66	1.93	0.66	1.75
12 Vidrio transparente	3.34	2.27	2.85	2.82
13 Textiles (trapos, telas, ropa)	1.25	2.42	9.51	4.39
14 Residuos alimenticios	28.52	20.71	11.95	20.39
15 Residuos de jardinería	24.09	26.28	19.60	23.32
16 Residuo fino (grava, arena, tierra, polvo, cenizas)	3.30	14.08	22.05	13.14
17 Hueso	0.00	0.18	0.02	0.07
18 Madera	0.60	0.16	1.18	0.65
19 Algodón	0.00	0.00	0.00	0.00
20 Cuero	0.00	0.00	0.08	0.03
21 Hule	0.00	0.04	0.08	0.04
22 Plástico de película (bolsas de camiseta)	5.78	4.59	4.15	4.84
23 Polipropileno y desechables	2.76	1.64	1.38	1.93
24 Poliestireno expandido (unicel)	0.98	0.47	0.49	0.65
25 Poliuretano (aislante)	0.82	0.05	0.21	0.36
26 Fibras sintéticas	0.00	0.23	0.28	0.17
27 Cartón encerado o multilaminado	1.84	1.16	1.09	1.36
28 Loza y cerámica	0.02	0.25	0.01	0.09
29 Material de construcción (PVC, escombro)	0.00	0.12	0.27	0.13
30 Papel, toallas y otros residuos sanitarios	5.12	5.32	3.05	4.50
31 Pañal desechable	0.66	3.48	6.96	3.70
32 Otros	0.95	0.22	0.95	0.71
TOTAL	100.0	100.0	100.0	100.0

No reciclables
19.14%



Reciclables
22.35%



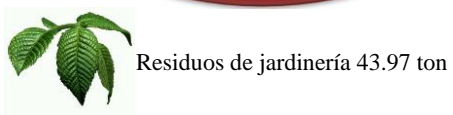
Orgánicos
56.86%

Figura 18. Composición porcentual promedio de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados en la Ciudad de La Paz.

No reciclables
39.20 ton



Reciclables
42.13 ton



Orgánicos
107.21 ton

Figura 19. Generación diaria promedio en toneladas de los diferentes subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos en tres estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.

7.1.1.1.4.1 Densidad de residuos

Se determinó el peso volumétrico de nueve fracciones diferentes de residuos con siete réplicas para cada una de las determinaciones.

Tabla XXIII. Densidad promedio de los diferentes subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos evaluados en los tres estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz.

Fracción de residuos	Densidad promedio kg/m ³
En masa (mezcla de todos los residuos)	130.97
Cartón (sin multi-laminados)	38.15
Plástico reciclable (PET, PEAD, PEBD)	24.34
Vidrio (todos los colores)	259.44
Metales (ferrosos y no ferrosos)	104.97
Residuos orgánicos (alimentos, jardinería)	263.91
Mezcla de residuos reciclables	54.20
Mezcla de residuos NO reciclables	74.21
Residuos inorgánicos	66.27

Después de relacionar el porcentaje en peso y la densidad de las diferentes fracciones contenidas en los RSD, se procedió a calcular la proporción aproximada en volumen que ocuparía una tonelada de las fracciones de residuos, En la Figura 20 se pueden observar las grandes diferencias en cuanto al volumen y peso que representan las diferentes fracciones contenidas en los residuos.

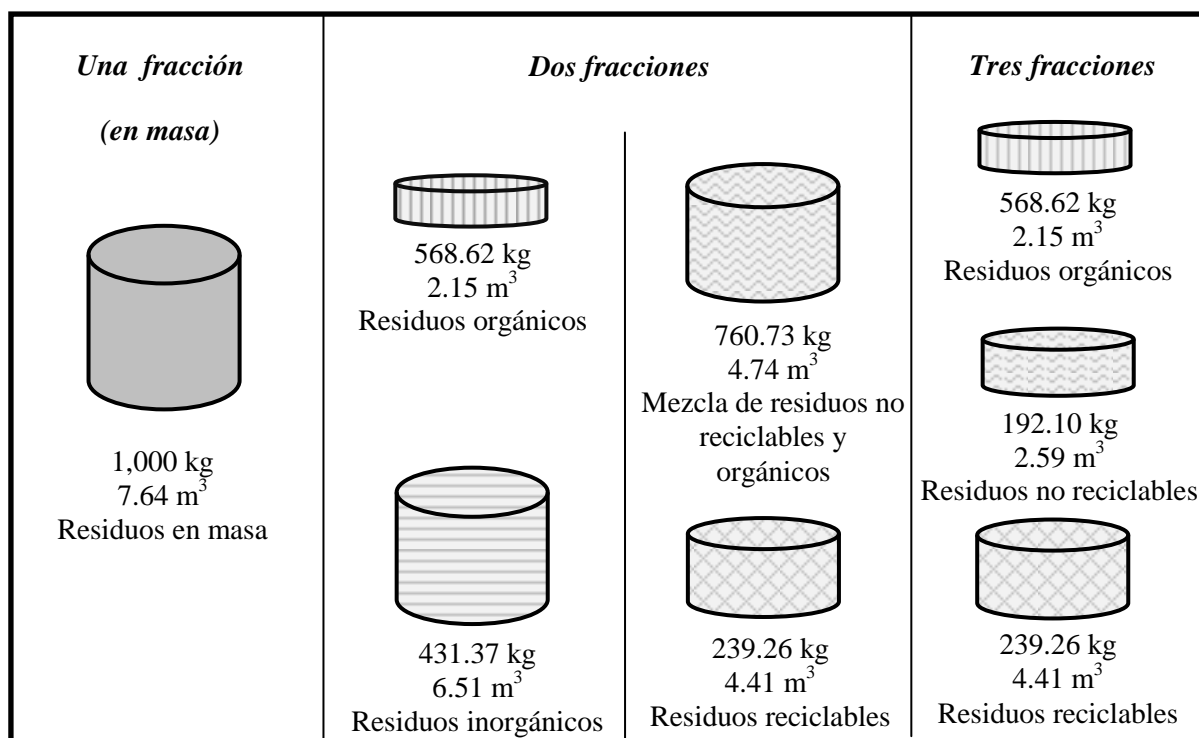


Figura 20. Comparación de la proporción en peso y volumen que representan las diferentes fracciones de residuos a partir de una tonelada en peso de residuos sólidos domésticos generados en la Ciudad de La Paz.

Las diferencias en cuanto al peso y volumen de las diferentes fracciones contenidas en los residuos se pueden apreciar a detalle en la Tabla XXIV, en la cual se agrupan los diferentes subproductos en tres importantes clasificaciones de residuos:

Tabla XXIV. Comparación de la proporción peso y volumen que representan diversas fracciones de residuos contenidos en los residuos sólidos domésticos generados en la Ciudad de La Paz.

	Una fracción	Dos fracciones				Tres fracciones		
		Favorece el aprovechamiento de residuos orgánicos		Favorece el aprovechamiento de residuos reciclables				
	En masa	Orgánicos	Inorgánicos	Mezcla de no reciclables y orgánicos	Reciclables	Orgánicos	Reciclables	No reciclables
% en peso	100	56.86	43.07	76.01	23.93	56.86	23.93	19.14
% en volumen	100	24.9	75.1	51.75	48.25	23.55	48.25	28.2

7.1.2 Pre-recolección de residuos

Como se mencionó en el apartado 6.1.2 de metodología, en esta etapa se incluyó la respuesta de la población a través de un cuestionario de evaluación. El primer cuestionamiento fue en relación a la problemática ambiental considerada más grave dentro de la localidad, resaltaron aspectos como el descuido de mascotas, la basura, el polvo y humo con un promedio en los tres estratos del 21.8, 19.1 y 15.9 %, respectivamente; en menor importancia se encuentran los malos olores, animales en traspatio, abandono de autos, el ruido, fugas de agua, y otros no especificados, con el 13.7, 10.0, 9.1, 7.3, 3.2 y 1.6 % respectivamente (Anexo 40).

En relación al reconocimiento que tienen como generadores de residuos, los más importantes fueron los hogares, comercios y servicios con un promedio en los tres estratos del 74.9 y 12.9 % respectivamente, mientras que son los parques y la vía pública, junto con la industria las formas de generación menos consideradas con el 7.9 y 4.3 %, respectivamente (Anexo 41). La tercera pregunta correspondiente al destino que le dan a los residuos generados en el hogar, destaca su entrega para su recolección y transporte por el servicio ya sea público o privado con un promedio del 98.3 % en los tres estratos, mientras que únicamente el 0.85 % de los encuestados en el estrato bajo queman o entierran sus residuos (Anexo 42).

Con respecto a la importancia de separación de los residuos en la fuente en al menos dos o tres fracciones, un promedio del 86.4 % de los participantes en los tres estratos declararon su importancia, el estrato con mayor reconocimiento fue el alto con el 96.7 %, seguido por el estrato bajo, 88 % y finalmente el estrato intermedio, con un 74.5 % (Anexo 43). Sin embargo, al cuestionar al sí llevaban a cabo tal separación de residuos, sólo un promedio del 35 % de los participantes en los tres estratos respondieron afirmativamente; el estrato con mayor participación fue el estrato bajo con un 40 %, mientras que en el estrato alto e intermedio fue de 32.8 y 32.5 % respectivamente (Anexo 44).

Con respecto a los hábitos de consumo de productos en relación a su embalaje, destacan con un promedio en los tres estratos la adquisición de artículos sin preferencias y los

desechables con un 50.8 y 24.9 % respectivamente; por otra parte son los empaques reciclables, reusables y la abstención en su uso las opciones que figuran en menor importancia con el 14.4, 7.8 y 3.5 %, respectivamente (Anexo 45).

La séptima pregunta de esta sección, correspondiente a la disponibilidad a pagar por el servicio de recolección y transporte, muestra que un promedio del 43.8 % en los tres estratos se muestra dispuesto al pago por el servicio; el estrato alto fue el que mostró mayor disponibilidad, con un 70 %, mientras que en el estrato bajo e intermedio la disponibilidad fue del 35.5 y 25.9 %, respectivamente (Anexo 46). A partir de las personas que respondieron afirmativamente la disponibilidad a pagar, se cuestionó nuevamente sobre la cuota mensual de preferencia, con un promedio en los tres estratos, sobresale el monto menor a \$10.00, seguido por la opción entre \$20.00 y \$50.00 con un porcentaje del 34.0 y 29.5 % respectivamente. En el estrato bajo sobresale la opción menor a \$10.00 con 51.9 %; en el estrato intermedio, la disponibilidad a pagar ya sea un monto menor a \$10.00, o dentro de un rango entre \$20.00 y \$50.00, es equivalente al 42.9 %. En cambio en el estrato alto sobresale la opción correspondiente a una cuota mensual entre \$20.00 y \$50.00, con un 38.1 % (Anexo 47).

El siguiente cuestionamiento fue en relación a la disponibilidad para participar en un nuevo programa de manejo de residuos que involucrara la separación de los residuos en la fuente en dos o en tres fracciones, la respuesta generalizada fue favorecedora, dado que en promedio del 82.3 % de los participantes en los tres estratos se mostraron dispuestos a participar en una separación en dos fracciones, mientras que el 79.1 % a favor de una separación en tres fracciones. En ambas propuestas fue el estrato intermedio el que se mostró más participativo con un 86.8 %, seguido por el estrato bajo con un 82.8 % y finalmente se tiene al estrato alto con un 72.5 % (Anexo 48).

En relación al medio de difusión local más factible para dar a conocer un nuevo programa de manejo de residuos, los que destacan en los tres estratos son la radio, televisión y la capacitación personalizada con un promedio del 39.8, 34.4 y 13.7 % respectivamente; en

cambio figuran en menor importancia el internet, periódico y el teléfono con un 5.6, 4.2 y 2.2 %, respectivamente (Anexo 49).

Finalmente, se concluyó esta etapa de evaluación de la pre-recolección de residuos, con un ejercicio en el cual se puso a prueba la capacidad de los entrevistados para reconocer las diferentes fracciones contenidas en los RSD, esto fue mediante la relación de imágenes con su respectivo nombre asociadas a una clasificación pre-establecida, como son los residuos orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos. Los resultados obtenidos demuestran que un promedio del 69.4 % de los participantes en los tres estratos logra reconocer las principales; así pues, la muestra correspondiente al estrato alto acertó en la identificación de las cuatro fracciones en un 83.9 %, mientras que en los estratos intermedio y bajo el porcentaje de asertividad fue del 62.5 y 61.6 % respectivamente (Anexo 50).

7.1.3 Recolección y transporte

Durante el estudio de esta etapa, se analizó la información proporcionada por la DGSPM correspondiente al bimestre agosto- septiembre de 2011. Las cifras obtenidas durante este periodo permitieron obtener un análisis más detallado, acotado a una escala temporal más estrecha. Durante el bimestre de estudio, la ciudad de La Paz fue atendida por un servicio tanto de tipo público, particular y privado con una cobertura de 19,064.42 toneladas de residuos; de los cuales, la DGSPM recolectó el 81.4 % del total de residuos que llegaron al relleno sanitario con montos aproximados de 15,517.65 toneladas, mientras que el sector particular y privado representó el 18.6 % de la recolección equivalente a 3,546.77 toneladas de residuos; esta última información se puede analizar con mayor detalle en las Tablas XXV y XXVI, donde además de la participación de estos dos importantes sectores, también se incluye el número de viajes, especificando los turnos, así como la eficiencia de las unidades en cuanto al número de viajes y el gasto de combustible por toneladas y el número de viajes. Esta información, posteriormente se reorganizó para formar las Tablas desde la XXVII a la XXXII, con el objetivo de conocer a detalle cómo se establecen por día y por semana los itinerarios, el número de viajes y el gasto de combustible y la eficiencia en su uso para efectuar la recolección y transporte público de residuos.

Tabla XXV. Registro de la participación en la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos por parte del servicio público, particular y comercial, durante el mes de agosto de 2011.

AGOSTO DE 2011														
Fecha y día	Servicio particular y comercial					Servicio público								
	Número de viajes/turno			Peso	Eficiencia de recolección (ton/viaje)	Número de viajes/turno			Peso	Combustible diesel (litros)	Eficiencia de recolección (ton/viaje)	Eficiencia de uso de combustible (litros/ton)	Eficiencia de uso de combustible (litros/viaje)	
de la semana	Matutino	Vespertino	Total	(Ton)		Matutino	Vespertino	Total	(ton)					
1	Lunes	54	20	74	101.95	1.38	64	11	75	336.20	1,715.81	4.48	5.10	22.88
2	Martes	45	28	73	66.05	0.90	63	12	75	339.00	1,621.59	4.52	4.78	21.62
3	Miércoles	58	24	82	75.50	0.92	54	17	71	340.00	1,693.63	4.79	4.98	23.85
4	Jueves	23	51	74	84.25	1.14	42	12	54	239.00	1,457.10	4.43	6.10	26.98
5	Viernes	25	67	92	90.55	0.98	33	23	56	275.00	1,982.75	4.91	7.21	35.41
6	Sábado	80	0	80	66.90	0.84	45	6	51	239.85	1,425.46	4.70	5.94	27.95
7	Domingo	43	16	59	45.10	0.76	12	0	12	43.60	469.58	3.63	10.77	39.13
8	Lunes	63	45	108	103.00	0.95	62	14	76	351.10	1,645.67	4.62	4.69	21.65
9	Martes	32	41	73	85.50	1.17	59	16	75	369.90	1,648.10	4.93	4.46	21.97
10	Miércoles	48	38	86	108.50	1.26	67	14	81	387.50	1,876.01	4.78	4.84	23.16
11	Jueves	23	59	82	174.30	2.13	43	9	52	228.10	1,639.73	4.39	7.19	31.53
12	Viernes	32	45	77	134.20	1.74	40	11	51	222.50	1,410.10	4.36	6.34	27.65
13	Sábado	48	32	80	78.70	0.98	47	6	53	242.85	1,445.86	4.58	5.95	27.28
14	Domingo	59	28	87	79.90	0.92	13	0	13	33.70	363.54	2.59	10.79	27.96
15	Lunes	43	34	77	62.55	0.81	58	14	72	337.06	1,922.43	4.68	5.70	26.70
16	Martes	26	55	81	82.20	1.01	58	14	72	333.15	1,729.22	4.63	5.19	24.02
17	Miércoles	33	26	59	88.95	1.51	57	15	72	331.20	1,510.24	4.60	4.56	20.98
18	Jueves	39	28	67	61.30	0.91	29	15	44	229.70	1,534.47	5.22	6.68	34.87
19	Viernes	26	54	80	73.75	0.92	30	13	43	257.70	1,565.48	5.99	6.07	36.41
20	Sábado	47	36	83	46.35	0.56	42	6	48	228.10	1,051.89	4.75	4.61	21.91
21	Domingo						6	0	6	24.20	395.34	4.03	16.34	65.89
22	Lunes						45	16	61	311.75	1,664.48	5.11	5.34	27.29
23	Martes						48	17	65	330.90	1,859.09	5.09	5.62	28.60
24	Miércoles						49	13	62	340.90	1,648.45	5.50	4.84	26.59
25	Jueves						26	17	43	233.30	1,338.37	5.43	5.74	31.12
26	Viernes						25	16	41	225.81	1,811.47	5.51	8.02	44.18
27	Sábado	59	16	75	53.90	0.72	39	5	44	241.65	1,319.06	5.49	5.46	29.98
28	Domingo	58	9	67	40.30	0.60	4	0	4	19.80	115.14	4.95	5.82	28.78
29	Lunes	59	16	75	56.80	0.76	53	15	68	355.90	1,864.32	5.23	5.24	27.42
30	Martes	53	23	76	84.70	1.11	50	17	67	348.20	1,796.96	5.20	5.16	26.82
31	Miércoles	39	27	66	63.90	0.97	44	24	68	362.20	1,654.01	5.33	4.57	24.32
	Total	1,115	818	1,933	2,009.10		1,307	368	1,675	8,159.82	45,175.34			
	Promedio	44.60	32.72	77.32	80.36	1.04	42.16	11.87	54.03	263.22	1,457.27	4.79	6.26	29.19

Tabla XXVI. Registro de la participación en la recolección y transporte de residuos sólidos urbanos por parte del servicio público, particular y comercial, durante el mes de septiembre de 2011.

SEPTIEMBRE DE 2011														
Fecha y día de la semana	Servicio particular y comercial					Servicio público								
	Número de viajes/turno			Peso	Eficiencia de recolección (ton/viaje)	Número de viajes/turno			Peso	Combustible diesel (litros)	Eficiencia de recolección (ton/viaje)	Eficiencia de uso de combustible (litros/ton)	Eficiencia de uso de combustible (litros/viaje)	
Matutino	Vespertino	Total	(Ton)	Matutino		Vespertino	Total	(ton)						
1	Jueves	36	0	36	60.50	1.68	40	11	51	231.10	1,483.55	4.53	6.42	29.09
2	Viernes	37	0	37	68.10	1.84	30	23	53	223.60	1,504.53	4.22	6.73	28.39
3	Sábado	30	9	39	56.34	1.44	38	9	47	237.80	1,321.76	5.06	5.56	28.12
4	Domingo	0	12	12	12.80	1.07	8	1	9	31.50	410.93	3.50	13.05	45.66
5	Lunes	0	55	55	56.80	1.03	61	10	71	341.00	1,720.75	4.80	5.05	24.24
6	Martes	0	40	40	58.10	1.45	54	19	73	343.25	1,959.25	4.70	5.71	26.84
7	Miércoles	40	16	56	73.85	1.32	65	11	76	361.30	1,681.23	4.75	4.65	22.12
8	Jueves	0	33	33	52.45	1.59	40	9	49	228.20	1,494.65	4.66	6.55	30.50
9	Viernes	16	29	45	82.75	1.84	31	11	42	220.60	1,567.55	5.25	7.11	37.32
10	Sábado	0	32	32	40.70	1.27	40	14	54	239.55	1,371.36	4.44	5.72	25.40
11	Domingo	0	21	21	17.60	0.84	5	8	13	41.20	426.57	3.17	10.35	32.81
12	Lunes	0	34	34	54.30	1.60	52	14	66	321.30	1,946.97	4.87	6.06	29.50
13	Martes	0	42	42	43.00	1.02	61	10	71	326.85	1,830.27	4.60	5.60	25.78
14	Miércoles	0	37	37	50.15	1.36	64	11	75	337.73	1,650.93	4.50	4.89	22.01
15	Jueves	0	40	40	60.50	1.51	44	8	52	222.30	1,502.67	4.28	6.76	28.90
16	Viernes	0	32	32	29.45	0.92	39	5	44	184.16	1,348.42	4.19	7.32	30.65
17	Sábado	0	45	45	32.20	0.72	43	3	46	225.85	1,315.30	4.91	5.82	28.59
18	Domingo	0	5	5	12.60	2.52	7	0	7	26.10	293.54	3.73	11.25	41.93
19	Lunes	0	34	34	40.48	1.19	66	11	77	335.80	1,962.89	4.36	5.85	25.49
20	Martes	58	9	67	54.20	0.81	66	10	76	364.15	1,781.32	4.79	4.89	23.44
21	Miércoles	36	0	36	61.90	1.72	62	9	71	328.95	1,546.03	4.63	4.70	21.78
22	Jueves	65	0	65	73.15	1.13	41	11	52	232.20	1,690.40	4.47	7.28	32.51
23	Viernes	35	0	35	59.65	1.70	44	10	54	214.85	1,487.28	3.98	6.92	27.54
24	Sábado	30	0	30	56.35	1.88	43	9	52	242.20	1,320.86	4.66	5.45	25.40
25	Domingo	26	0	26	21.70	0.83	2	5	7	22.20	270.26	3.17	12.17	38.61
26	Lunes	27	0	27	41.30	1.53	51	26	77	332.00	2,001.90	4.31	6.03	26.00
27	Martes	56	0	56	72.75	1.30	60	14	74	331.45	1,637.44	4.48	4.94	22.13
28	Miércoles	58	0	58	86.45	1.49	59	11	70	352.91	1,848.27	5.04	5.24	26.40
29	Jueves	27	0	27	66.70	2.47	41	10	51	230.13	1,474.95	4.51	6.41	28.92
30	Viernes	32	0	32	40.85	1.28	43	8	51	227.6	1,562.17	4.46	6.86	30.63
Total		609	525	1,134	1,537.67		1,300	311	1,611	7,357.83	43,413.99			
Promedio		20.30	17.50	37.80	51.26	1.41	43.33	10.37	53.70	245.26	1,447.13	4.43	6.71	28.89

Durante el bimestre agosto-septiembre de 2011 el servicio público recolectó y transportó un promedio de 255.67 y 1,724.18 toneladas de RSU al día y a la semana, respectivamente, sin embargo, los montos de recolección y transporte de residuos se efectúan de manera irregular durante la semana, así pues, los días lunes, martes y miércoles el servicio es bastante homogéneo con una recolección de 335.79, 342.98 y 349.19 toneladas, respectivamente; en cambio durante la segunda mitad de la semana, correspondiente a los días jueves, viernes y sábados, las cifras de recolección descienden hasta las 227.98, 230.45 y 237.23 toneladas respectivamente; y los días domingos, la recolección se reduce a un promedio de tan sólo 30.29 toneladas (Tabla XXVII).

Tabla XXVII. Toneladas de residuos sólidos urbanos recolectados y transportados por el servicio público hasta el sitio de disposición final, durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.

Día	Semana									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lunes	336.20	351.10	337.06	311.75	355.90	341.00	321.30	335.80	332.00	335.79
Martes	339.00	369.90	333.15	330.90	348.20	343.25	326.85	364.15	331.45	342.98
Miércoles	340.00	387.50	331.20	340.90	362.20	361.30	337.73	328.95	352.91	349.19
Jueves	239.00	228.10	229.70	233.30	231.10	228.20	222.30	232.20	230.13	230.45
Viernes	275.00	222.50	257.70	225.81	223.60	220.60	184.16	214.85	227.60	227.98
Sábado	239.85	242.85	228.10	241.65	237.80	239.55	225.85	242.20		237.23
Domingo	43.60	33.70	24.20	19.80	31.50	41.20	26.10	22.20		30.29
Total	1,812.65	1,835.65	1,741.11	1,704.11	1,790.30	1,775.10	1,644.29	1,740.35	1,474.09	1,724.18
Promedio	258.95	262.24	248.73	243.44	255.76	253.59	234.90	248.62	294.82	255.67

Al igual que ocurre con las variaciones de los montos de recolección de residuos, la distribución del número de viajes a lo largo de la semana también se presentó de forma irregular durante el mismo bimestre; así pues, aunque el promedio de viajes de las unidades oficiales al día y a la semana fue de 54.21 y 365.11, respectivamente; los días lunes, martes y miércoles el promedio en el número de viajes es bastante regular, con 71.44, 72.00 y 71.78 viajes, respectivamente; en cambio los siguientes tres días de la semana, jueves, viernes y sábados, el número promedio de viajes se reduce a 49.78, 48.33 y 49.38, respectivamente. Únicamente los días domingo el número promedio de viajes disminuye a 8.88. Esto se puede observar a mayor detalle en la Tabla XXVIII.

Tabla XXVIII. Número de viajes efectuados por el servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos, durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.

Día	Semana									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lunes	75	76	72	61	68	71	66	77	77	71.44
Martes	75	75	72	65	67	73	71	76	74	72.00
Miércoles	71	81	72	62	68	76	75	71	70	71.78
Jueves	54	52	44	43	51	49	52	52	51	49.78
Viernes	56	51	43	41	53	42	44	54	51	48.33
Sábado	51	53	48	44	47	54	46	52		49.38
Domingo	12	13	6	4	9	13	7	7		8.88
Total	394.00	401.00	357.00	320.00	363.00	378.00	361.00	389.00	323.00	365.11
Promedio	56.29	57.29	51.00	45.71	51.86	54.00	51.57	55.57	64.60	54.21

La eficiencia de las unidades oficiales expresada como capacidad de carga en toneladas de residuos que colectaron en función del número de viajes efectuados durante el bimestre agosto-septiembre de 2011, se puede observar con mayor detalle en la Tabla XXIX.

Tabla XXIX. Eficiencia (toneladas/viaje) del servicio público de recolección y transporte de residuos de acuerdo a la cantidad de residuos y el número de viajes efectuados durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.

Día	Semana									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lunes	4.48	4.62	4.68	5.11	5.23	4.80	4.87	4.36	4.31	4.72
Martes	4.52	4.93	4.63	5.09	5.20	4.70	4.60	4.79	4.48	4.77
Miércoles	4.79	4.78	4.60	5.50	5.33	4.75	4.50	4.63	5.04	4.88
Jueves	4.43	4.39	5.22	5.43	4.53	4.66	4.28	4.47	4.51	4.66
Viernes	4.91	4.36	5.99	5.51	4.22	5.25	4.19	3.98	4.46	4.76
Sábado	4.70	4.58	4.75	5.49	5.06	4.44	4.91	4.66		4.82
Domingo	3.63	2.59	4.03	4.95	3.50	3.17	3.73	3.17		3.60
Promedio	4.49	4.32	4.84	5.30	4.72	4.54	4.44	4.29	4.56	4.61

El gasto de combustible promedio al día y a la semana durante el bimestre agosto-septiembre de 2011, fue de 1,460.3 y 10,008.08 litros, respectivamente. Sin embargo, los días lunes, martes y miércoles el promedio de gasto fue de mayor, con 1,756.19 litros, en comparación con la segunda mitad de la semana, correspondiente a los días jueves, viernes y sábado con 1,472.17 litros, y por otra parte, los días domingo con un promedio de 343.11 litros. Esto se puede observar a detalle en la Tabla XXX.

Tabla XXX. Gasto en combustible (litros de diesel) del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.

Día	Semana									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lunes	1,715.81	1,645.67	1,922.43	1,664.48	1,864.32	1,720.75	1,946.97	1,962.89	2,001.90	1,827.25
Martes	1,621.59	1,648.10	1,729.22	1,859.09	1,796.96	1,959.25	1,830.27	1,781.32	1,637.44	1,762.58
Miércoles	1,693.63	1,876.01	1,510.24	1,648.45	1,654.01	1,681.23	1,650.93	1,546.03	1,848.27	1,678.75
Jueves	1,457.10	1,639.73	1,534.47	1,338.37	1,483.55	1,494.65	1,502.67	1,690.40	1,474.95	1,512.88
Viernes	1,982.75	1,410.10	1,565.48	1,811.47	1,504.53	1,567.55	1,348.42	1,487.28	1,562.17	1,582.19
Sábado	1,425.46	1,445.86	1,051.89	1,319.06	1,321.76	1,371.36	1,315.30	1,320.86		1,321.44
Domingo	469.58	363.54	395.34	115.14	410.93	426.57	293.54	270.26		343.11
Total	10,365.91	10,029.02	9,709.07	9,756.06	10,036.05	10,221.36	9,888.10	10,059.04	8,524.73	10,008.08
Promedio	1,480.84	1,432.72	1,387.01	1,393.72	1,433.72	1,460.19	1,412.59	1,437.01	1,704.95	1,460.31

La eficiencia de uso del combustible, se estimó de acuerdo con la relación existente entre su demanda (litros de diesel) por cantidad de residuos recolectados (toneladas). Esta información se observa a detalle en la Tabla XXXI.

Tabla XXXI. Eficiencia en el uso de combustible (litros/tonelada) con respecto a la cantidad de residuos acopiados por parte del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.

Día	semana									Promedio
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Lunes	5.10	4.69	5.70	5.34	5.24	5.05	6.06	5.85	6.03	5.45
Martes	4.78	4.46	5.19	5.62	5.16	5.71	5.60	4.89	4.94	5.15
Miércoles	4.98	4.84	4.56	4.84	4.57	4.65	4.89	4.70	5.24	4.81
Jueves	6.10	7.19	6.68	5.74	6.42	6.55	6.76	7.28	6.41	6.57
Viernes	7.21	6.34	6.07	8.02	6.73	7.11	7.32	6.92	6.86	6.95
Sábado	5.94	5.95	4.61	5.46	5.56	5.72	5.82	5.45		5.57
Domingo	10.77	10.79	16.34	5.82	13.05	10.35	11.25	12.17		11.32
Promedio	6.41	6.32	7.02	5.83	6.67	6.45	6.81	6.75	5.90	6.54

Otra manera de estimar la eficiencia del servicio está en función del uso del combustible y su relación con el número de viajes que efectúan las unidades, esta información se describe a detalle en la Tabla XXXII.

Tabla XXXII. Eficiencia en el uso de combustible (litros/viaje) con respecto al número de viajes que efectuó el servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos urbanos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011.

Día	semana									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Promedio
Lunes	22.88	21.65	26.70	27.29	27.42	24.24	29.50	25.49	26.00	25.68
Martes	21.62	21.97	24.02	28.60	26.82	26.84	25.78	23.44	22.13	24.58
Miércoles	23.85	23.16	20.98	26.59	24.32	22.12	22.01	21.78	26.40	23.47
Jueves	26.98	31.53	34.87	31.12	29.09	30.50	28.90	32.51	28.92	30.49
Viernes	35.41	27.65	36.41	44.18	28.39	37.32	30.65	27.54	30.63	33.13
Sábado	27.95	27.28	21.91	29.98	28.12	25.40	28.59	25.40		26.83
Domingo	39.13	27.96	65.89	28.78	45.66	32.81	41.93	38.61		40.10
Promedio	28.26	25.89	32.97	30.94	29.97	28.46	29.62	27.82	26.82	29.18

De acuerdo con cifras públicas por IIRN (2010), la DGSPM disponía en tal fecha de 35 camiones recolectores, de diversos modelos (desde 1998 hasta 2010), todos ellos de color blanco, de compactación trasera con capacidad aproximada de siete toneladas y con una capacidad volumétrica aproximada de 20 m³. Sin embargo, analizando la información publicada por el Departamento de Cómputo en los últimos meses (agosto y septiembre de 2011) se tiene que el número de camiones en operación diaria es de tan sólo 25, el resto se encuentra en mantenimiento o están averiados.

Si se considera la cifra de 35 camiones, y una población en la Ciudad de La Paz de 224,455 habitantes (INEGI, 2010), la disponibilidad por cada 100,000 habitantes es equivalente a 15.59 unidades, sin embargo, si reconsideramos la cifra realista de 25 camiones la disponibilidad de unidades se reduce a 11.13 unidades por cada 100,000 habitantes.

En cuanto la capacidad de recolección de flotilla (CRF) de las unidades oficiales, esta se estimó durante el mismo periodo agosto-septiembre de 2011, con un promedio de 4.61 ton/viaje/día (Tabla XXIX), en cambio, las unidades particulares y comerciales tienen un promedio de la CRF de 1.22 ton/viaje/día (Tablas XXV y XXVI).

Como se mencionó en el apartado 6.1.3 de metodología, en el cuestionario de evaluación también se incluyeron preguntas relacionadas con la recolección y transporte de residuos.

La primera pregunta fue en relación a la prestación del servicio público de recolección y transporte en su localidad, a lo cual en los estratos alto, intermedio y bajo, respondieron

afirmativamente al contar con el servicio en un 90.2, 97.7 y 97.4 %, respectivamente (Anexo 51).

Al cuestionar sobre la frecuencia de recolección de residuos, se observó que un promedio del 84 % en los tres estratos cuenta con el servicio dos veces a la semana; en el estrato alto, intermedio y bajo este porcentaje corresponde al 93.0, 97.6 y 61.5 %, respectivamente. La baja frecuencia de recolección bisemanal que se presenta en el estrato bajo, se ve reflejado en un 30.8 % de los entrevistados, quienes dicen recibir el servicio una sola vez por semana e incluso el 6.4 % declara su total ausentismo por más de una semana. En el estrato alto, ocurre algo diferente en relación con los otros dos estratos, puesto que es un área residencial que cuenta con servicio privado de recolección y transporte de residuos, de manera que el 7 % de los entrevistados declararon tener otra frecuencia de recolección, generalmente de 3 días por semana (Anexo 52).

En cuanto a la variabilidad en los días de recolección, se tiene que los entrevistados en los tres estratos, reciben el servicio sin variaciones con un promedio del 93.3 %; mientras que en el estrato bajo sobresalta un porcentaje del 16 % que declara que los días de recolección cambian constantemente (Anexo 53).

En cuanto a la variabilidad en el horario de recolección, se tiene que los entrevistados en los tres estratos, reciben el servicio sin variaciones con un promedio del 60.5 %. Sin embargo en el estrato bajo, un alto porcentaje de los entrevistados, 66.7 % respondieron que el horario de recolección cambiaba periódicamente. Contrario al estrato intermedio donde se mantiene más estable el horario de recolección con un 92.7 %, seguido por el estrato alto donde el 55.6 % de los entrevistados declararon que el horario siempre era el mismo (Anexo 54).

En cuanto a la percepción que tienen los usuarios del servicio público de recolección y transporte de residuos, los entrevistados en los tres estratos calificaron al servicio como bueno, regular, excelente y pésimo con un promedio del 68.5, 15.5, 12.1 y 3.8 %, respectivamente (Anexo 55).

En términos más sencillos, de satisfacción o insatisfacción, se tiene que un promedio del 90 % de los entrevistados en los tres estratos declaró estar satisfecho con el servicio. El nivel de insatisfacción se incrementó en el estrato bajo y alto con un 16.7 y 13.1 %, respectivamente (Anexo 56).

Como parte de las recomendaciones para mejorar el servicio público de recolección y transporte, se les pidió respondieran el número de días a la semana que les parece el más adecuado para recibir el servicio, a lo cual la opción de 2, 3, 7 o 1 día a la semana fueron seleccionadas con un promedio del 80.3, 15.3, 2.2 y 2.2 %, respectivamente (Anexo 57).

Finalmente, como recomendación para mejorar el horario de recolección de residuos, los entrevistados en los tres estratos prefirieron con un promedio del 84 % el horario matutino y el resto, 16 % el vespertino. El horario en particular que se seleccionó en el estrato alto, intermedio y bajo fue de 7:30, 8:00 y 9:30 h., respectivamente (Anexo 58).

7.1.4 Tratamiento

Como se mencionó en el apartado 6.1.4 de metodología, durante esta etapa se efectuó la identificación de los centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la ciudad de La Paz.

Hasta septiembre de 2011, se identificaron un total de 17 centros de acopio involucrados en la compra venta de residuos reciclables; en su mayoría dedicados a la comercialización de metales; del total de centros de acopio identificados, únicamente dos comercializan residuos como papel, cartón y plástico.

Tabla XXXIII. Centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la Ciudad de La Paz, y tipo de residuos que comercializan.

RESIDUO RECUPERADO	CENTRO DE ACOPIO
Plástico, papel y cartón	Recicladora La Paz
Plástico	Ambiente, Ciencia y Desarrollo, S. C.
	S.C.C. Ecoverde, S.C de C. de R.L.
	Giada Trading
	Recuperador Súchil Durango
	Recuperadora Los Pinos
	Recicladora Salgado
	Recuperadora de metales MIN
	Recuperadora Hermanos Salas
Metales	Chuyanos Brothers
	Metales el Güero
	Mario Alcalá
	Recicladora Fuentes
	Metales Marros
	Recicladora Manríquez
	Jesús Ramírez Rodríguez
	Juan Sánchez de Santiago

Por otra parte, residuos reciclables como el vidrio y la materia orgánica, aun no tienen mercado. Del total de centros de acopio identificados, solo uno se considera que efectúa labor de reciclaje y trabaja con el plástico, el resto únicamente se dedica a la separación, acopio y transporte de los residuos a otros estados del país.

La manera en que los centros de acopio obtienen los residuos reciclables es principalmente por procesos de compra-venta, y en menor medida por donación. Los proveedores de residuos son principalmente pepenadores, particulares, ONG's, pequeños y grandes comercios locales, instituciones públicas e incluso los mismos operadores y ayudantes del servicio de recolección y transporte de residuos. Son estos proveedores de residuos quienes se encargan de trasladar los residuos cumpliendo con los requisitos mínimos de

clasificación y limpieza; algunos centros de acopio incluso cuentan con la infraestructura necesaria para acudir directamente al sitio de generación de residuos, por ejemplo al relleno sanitario, a comercios, escuelas, o lugares específicos, siempre y cuando los montos sean considerables para costear los gastos de transporte.

La manera en que manejan los residuos reciclables en la mayoría de los centros de acopio involucra cuatro acciones fundamentales, es decir, su compra, acumulación, acomodo y transporte. La acumulación de los residuos varía en periodos desde una a dos semanas, un mes o hasta costear los gastos para cubrir los permisos y el transporte de los residuos empleando ya sea las vías de transporte marítimas o terrestres, y para ello es fundamental acomodar los residuos en las unidades de transporte. Los residuos se dirigen principalmente a otros estados del país con mayor actividad industrial y con infraestructura para reincorporarlos a un nuevo ciclo productivo, ejemplos de estos Estados son, Baja California, Sonora, San Luis Potosí y Jalisco.

En la Figura 21 se muestra la ubicación aproximada y la descripción particular de cada centro de acopio ubicado en la ciudad de La Paz.

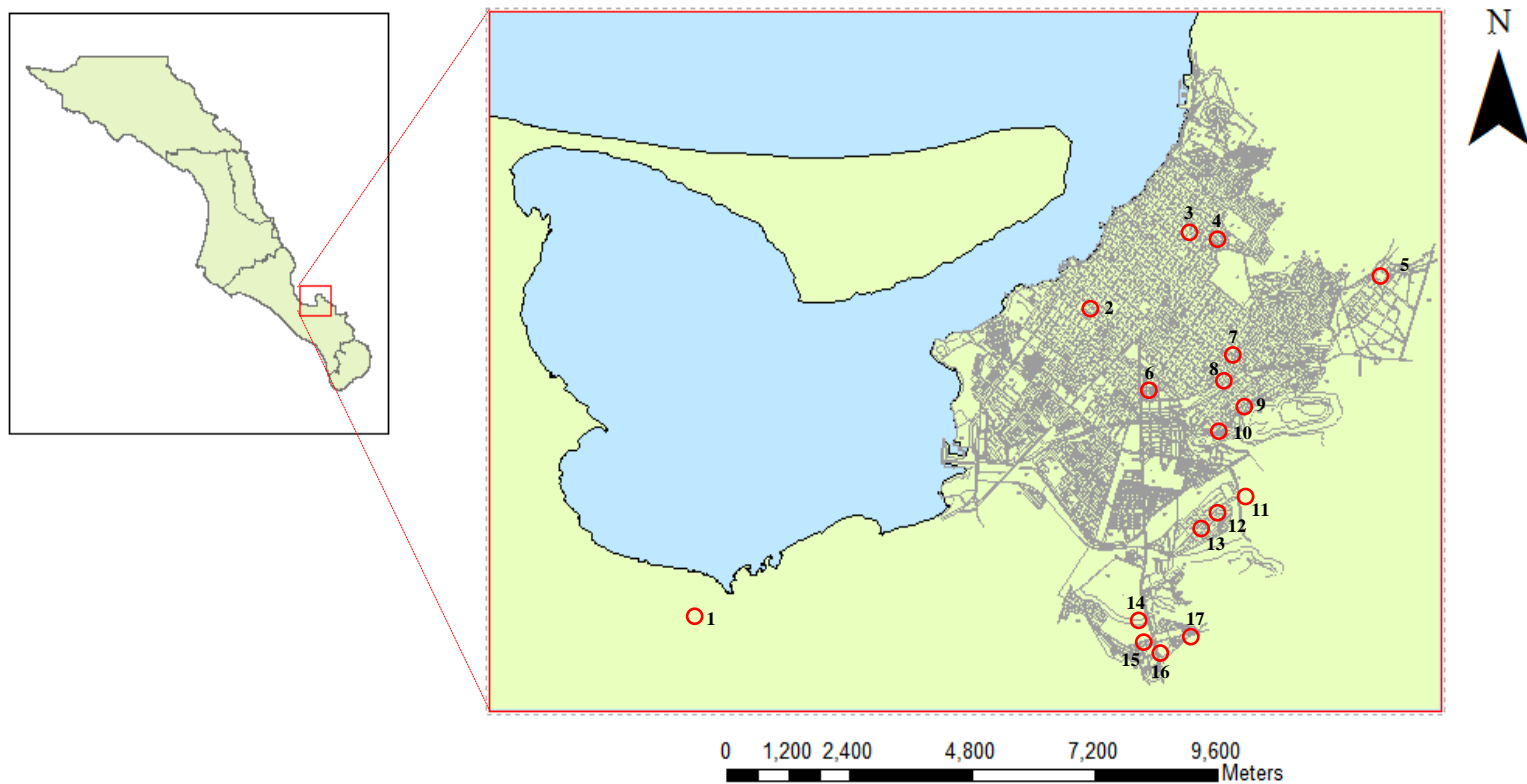


Figura 21. Ubicación de los centros de acopio de residuos reciclables en la Ciudad de La Paz, B. C. S.

Identificador	Nombre de la empresa	Contacto	Horario de trabajo	Dirección	Teléfono
1	Recicladora Salgado	Cesar Salgado Lemus	Lunes a sábado de 8:00am-6:00pm.	Carretera transpeninsular km 13. Ejido Chametla	612 15 9 28 14
2	Jesús Ramírez Rodríguez	Jesús Ramírez Rodríguez	Lunes a sábado de 9:00am-4:00pm.	Revolución e/ 5 Febrero y Cuauhtémoc. Col. Pueblo Nuevo	12 5 51 76
3	Recicladora Manríquez	José Salvador Manríquez	Lunes a sábado de 8:30am-7:00pm, Domingo de 9:00am-2:00pm.	Gómez Farías e/ Vicente Guerrero y Colegio Militar. Col. Esterito	612 15 7 50 59
4	Recuperadora de metales MIN Ambiente, ciencia y desarrollo S. C.	Benjamín Arias Covarrubias	Lunes a sábado de 8:00am-7:00pm.	Francisco King Rondero e/ Marcelo Rubio. Col. Ciudad del Cielo	612 15 6 61 68 16 5 63 53;
5		María Beltrán	Lunes a viernes 7:00am-7:00pm	Antonio Álvarez Rico esq. Nayarit. Col. Las Garzas	612 15 8 68 22
6	Recuperadora Súchil Durango	Mario Salas Ramírez	Lunes a sábado de 8:00am-6:00pm.	Jaime Bravo #1820 e/ Nicolas Bravo y Melchor Ocampo. Fraccionamiento Misiones	12 5 39 54
7	Recicladora Fuentes	Enrique Fuentes Sevilla	Lunes a sábado de 8:00am-7:00pm, Domingos 8:00am-2:00pm	Bordo e/ Rosales e Ignacio Allende. Colonia Los Olivos.	12 3 38 77
8	Metales el Güero	Sergio Arturo González Olivieri	Lunes a viernes 9:00am-6:00pm, Sábados 9:00am-3:00pm	Margarita Maza de Juárez #3190 e/ Sinaloa y San Antonio. Colonia Flores Magón	12 3 07 96
9	Giada Trading S. A. de C.V. S. C. C. Ecoverde, S. C de C. de R.L.	Salvador Mitchell Ayala	Lunes a sábado	Calle Pintores s/n Col. Ampliación Jardines del Sur.	12 1 24 36; 12 1 03 65 612 15 7 21 75;
10		Israel Chong González	Lunes a sábado de 8:00 am a 6:00 pm	Carretera a los Planes km 1 y Cardón. Col. Agua escondida	612 17 0 35 57
11	Juan Sánchez de Santiago	Juan Sánchez de Santiago	Pendiente	Cardón e/ Palo Zorrillo y Toroto. Col. Agua escondida	612 10 0 77 14
12	Metales Marros	PENDIENTE	Pendiente	Cardón e/ Lomboy y Ciruelo. Col. Agua escondida	NO DISPONIBLE
13	Recuperadora Hermanos Salas	Mario Salas	Lunes a viernes 9:00am -6:00pm	Avenida Universidad e/ Geología y Administración, col. Solidaridad I	612 15 5 86 67; 16 5 12 84
14	Recuperadora Los Pinos	Felipe Serrano Cardoso	Lunes a domingo de 9:00am-6:00pm.	Unión e/ Escudo Nacional y Símbolos Patrios. Col. Diana Laura Rojas	12 5 93 24; 612 34 8 34 61
15	Chuyanos Brothers	Jesús Garibay Gómez	Lunes a sábado de 9:00am-4:00pm.	Carretera al sur, km 8. Col. Diana Laura Rojas	11 4 65 37
16	Recicladora La Paz	Mario Peña Capellty	Lunes a sábado de 9:00am-4:00pm.	Coyote esq. Balandra. Fraccionamiento Tabachines	612 11 4 67 22
17	Mario Alcalá	Mario Alcalá	Lunes a viernes 7:00am-7:00pm	Calle Uno e Isla Santa Cruz. Colonia Márquez de León.	612 16 7 71 80

Algunos de los centros de acopio establecidas en la Ciudad, todavía son consideradas como parte del sector informal ya sea porque no respetan todas las leyes fiscales, de trabajo, y/o derechos sociales de sus trabajadores, entre otros aspectos. Muchos de ellos tampoco están registradas ante el municipio, por lo que no cuentan con el permiso correspondiente para el cambio de uso de suelo, sobre todo al tratarse de centros de acopio que manejan residuos peligrosos como metales impregnados por aceites o acumuladores de autos. Así como tampoco cumplen con las condiciones de seguridad e higiene establecidas por Protección Civil Estatal.

A nivel local para el establecimiento de este tipo de centros de acopio, la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del municipio de La Paz ha establecido una serie de requisitos para poder otorgar la autorización de cambio de “uso de suelo”, principalmente en relación a características particulares de construcción y seguridad de sus instalaciones, así como la infraestructura necesaria para la atención de emergencias ambientales. El formato de registro de los centros de acopio al igual que para cualquier otro establecimiento comercial, tiene un costo de \$1,736.78 pesos (MIL SETECIENTOS TREINTA Y SEIS PESOS 78/100 M.N.), al cual se deben anexar dos formatos adicionales donde se asiente el visto bueno de parte del departamento municipal de Ecología y de Protección Civil Estatal.

Los montos de residuos en toneladas que acopian durante un mes de trabajo, el tratamiento que le dan y la ciudad de destino final para su comercialización se muestran en la Tabla XXXIV.

Los precios de compra promedio de los residuos reciclables que manejan los centros de acopio en la ciudad de La Paz, se muestran en la Tabla XXXV.

Tabla XXXIV. Centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la Ciudad de La Paz, tipo de residuos que acopian, montos de recuperación mensual, tratamiento que le dan y destino final de comercialización.

CENTRO DE ACOPIO	RESIDUO RECICLABLE	RECUPERACIÓN DE RESIDUOS (TON/MES)	RECUPERACIÓN DE RESIDUOS (TON/MES)	TRATAMIENTO	DESTINO
Recicladora La Paz	Papel	5	5.00	Acumulación y compactación	Guadalajara, Jal.; Navojoa, Son.
Recicladora La Paz	Cartón	90	90.00	Acumulación y compactación	Guadalajara, Jal.; Navojoa, Son.
Ambiente, Ciencia y Desarrollo S.C.	Plástico	23	15.00	Reciclaje	La Paz, B. C. S.
Recicladora La Paz			8.00	Acumulación y compactación	Tijuana, B. C.
S. C. C. Ecoverde, S.C de C. de R.L.			1819.00	Acumulación y compactación	Tijuana, B. C.
Giada Trading			1400.00	Acumulación y compactación	Tijuana, B. C.; San Luis Potosí, S. L. P.
Recuperador Súchil			92.70	Acumulación	Guadalajara, Jal.; Tijuana, B. C.
Recuperadora Los Pinos			60.44	Acumulación	Tijuana, B. C.; Guadalajara, Jal.
Recicladora Salgado			42.30	Acumulación	Tijuana, B. C.; La Paz, B. C. S.
Recuperadora de metales MIN			40.00	Acumulación	Tijuana, B. C.
Recuperadora Hermanos Salas	Metales		29.50	Acumulación	Tijuana, B. C.
Chuyanos Brothers		3,574.13	24.50	Acumulación	Tijuana, B. C.
Metales el Güero			23.75	Acumulación	Tijuana, B. C.; Guadalajara, Jal.
Mano Alcalá			22.57	Acumulación	La Paz, B. C. S.
Recicladora Fuentes			16.90	Acumulación	Guadalajara, Jal.
Metales Marros			2.00	Acumulación	Tijuana, B. C.
Recicladora Manríquez			CONFIDENCIAL	Acumulación	Guadalajara, Jal.; La Paz, B. C. S.
Jesús Ramírez Rodríguez			0.47	Acumulación	La Paz, B. C. S.
Juan Sánchez de Santiago			CONFIDENCIAL	Acumulación	Tijuana, B. C.

Tabla XXXV. Precios promedio de compra de residuos reciclables en los centros de acopio ubicados en la Ciudad de La Paz.

*¹. El precio de los acumuladores de autos es por unidad.

Categoría de residuo	Residuos Reciclables	Rango (\$/kg)	Precios de compra	
			Promedio (\$/kg)	Promedio (\$/tonelada)
Papel y cartón	Papel	\$0.30	\$0.30	\$300.00
	Cartón	\$0.30	\$0.30	\$300.00
Plástico	Plástico	\$0.50 - \$2.50	\$1.00	\$1,000.00
Metales	Cobre	\$60.00 - \$95.00	\$72.50	\$72,500.00
	Bronce	\$30.00 - \$55.00	\$37.00	\$37,000.00
	Aluminio	\$12.00 - \$19.00	\$16.75	\$16,750.00
	Acero	\$8.00 - \$18.00	\$12.45	\$12,454.55
	Antimonio	\$2.90 - \$10.00	\$5.34	\$5,342.86
	Fierro	\$2.00 - \$4.50	\$2.81	\$2,810.00
Vidrio	Lámina	\$1.00 - \$2.50	\$1.86	\$1,860.00
	Vidrio	\$0.10	\$0.10	\$100.00
Residuo Peligroso	Acumuladores de autos	\$70.00 - \$130.00	109.5 ^{*1}	

A continuación se describe a detalle cada uno de los centros de acopio ubicados en la ciudad de La Paz.

- *Centros de acopio de papel y cartón*

Existe un solo centro de acopio dedicado al acopio, y comercialización de residuos como el papel y cartón. Su nombre es Recicladora La Paz y su propietario es el C. Mario Peña Capellety. La empresa es una de las más antiguas, con aproximadamente 20 años de experiencia en el ramo. Su domicilio es Coyote esquina Balandra, fraccionamiento Tabachines.

El papel y las especificaciones mínimas que debe cumplir este y sus derivados para ser aceptados incluyen por ejemplo, al papel bond, periódico, archivo muerto, revistas (papel couché), libros viejos, catálogos, directorios telefónicos, libretas universitarias, hojas de cuadernos, sobres de correspondencia y papel publicitario; el cartón por otra parte incluye todo tipo de cajas limpias, cartón corrugado, pasta de cuadernos, cajas para productos diversos (pañuelos de papel, juguetes, alimentos, cereales, productos de belleza y limpieza, zapatos, y de regalo). Se excluyen las cajas contenedoras de huevos y de fruta, así como los multilaminados, es decir, los envases de cartón tetra-brick o encerado, así como también aquellos que se encuentren contaminadas por aceites, agua o residuos orgánicos. Las cajas de cartón de preferencia deben desarmarse y plegarse. Las restricciones para el papel es la presencia de cualquier material extraño como las grapas metálicas, etiquetas engomadas, películas plásticas, cordones de tela, lazos, alambre, madera, cinta adhesiva, así como las bolsas de plástico empleadas para su traslado, están prohibido también el papel adhesivo transparente y de colores, el papel celofán, papel con restos de grasa, el papel para fax (fotosensible), papel carbón y el papel quemado.

Este centro de acopio actualmente comercializan de 4 a 6 toneladas al mes de papel con un precio de compra de \$0.30/kg es decir, \$300/tonelada. Y comercializa entre 80 a 100 toneladas al mes de cartón, con un precio de compra de \$0.30/kg, equivalente a \$300.00/tonelada.

Los principales proveedores de papel son instituciones públicas como escuelas y oficinas de gobierno con una participación aproximada del 80 %, el resto de la participación es por particulares y empresas privadas, a los cuales brinda servicio de recolección cuando los montos acumulados son elevados. En cambio el cartón es proporcionado en mayor proporción por empresas privadas en un 70 % y en un 30 % por pepenadores y particulares. La recolección de esta última fracción se efectúa diariamente acudiendo al relleno sanitario para lo cual el propietario asigna a tres de sus empleados para la carga de los residuos que son recuperados por pepenadores, a quienes pagan únicamente por la cantidad en peso de residuos que son separados en el relleno sanitario de la ciudad de La Paz.

Previo a su comercialización, los residuos se clasifican por tipo, en papel de revista, periódico, bond, libretas, cartón, etc. El destino de los residuos es a la ciudad de Navojoa, Sonora a la empresa Celulosa y Corrugados de Sonora, S. A. de C. V. o a la ciudad de Guadalajara, Jalisco a la procesadora Amacalli Ome, S. A. de C. V. Para lo cual rentan una unidad de transporte (tráiler) a una tarifa de \$1.50/kg (\$1,500.00/tonelada). Con un gasto aproximado de \$16,000.00 pesos por viaje.

- *Centros de acopio de plástico*

Son dos los centros de acopio de plástico, Ambiente, Ciencia y Desarrollo S. C. y Recicladora La Paz.

Ambiente, Ciencia y Desarrollo, S. C.

Esta sociedad fue creada en 2008, inicialmente sin fines de lucro, posteriormente se consolidó como la única asociación en el Estado que comercializa un producto reciclado elaborado con plástico. Son aproximadamente 30 los socios que la conforman, de los cuales 22 son mujeres y sólo 8 son hombres, su representante es la profesora María Beltrán. El objetivo principal de esta asociación es el beneficio social a personas con capacidades diferentes y de escasos recursos, a los cuales ofrece labores de recolección, acopio, separación y clasificación de los residuos, a cambio de un beneficio económico. Es pues una asociación con triple función, ambiental, social y económica.

El plástico que reciben incluyen el de tipo 1, 2, 4 y 6, es decir PET, PEAD, PEBD y POLIESTIRENO (Anexo 2). El precio de compra es de \$1.00/kg (equivalente a \$1,000.00/tonelada). La asociación puede obtener los residuos acudiendo directamente a un grupo reducido de escuelas de educación básica donde se han implementado campañas de separación de residuos, otra manera es por donación de los generadores particulares, quienes motivados ya sea por mejorar el medio ambiente y/o ayudar a las personas que laboran dentro de la asociación, los depositan a nivel de acera en sus instalaciones ubicadas en una zona céntrica de la ciudad, sobre la calle Antonio Álvarez Rico esquina con Nayarit, colonia Las Garzas; y la tercera forma de obtener residuos es acudiendo a las instalaciones del relleno sanitario, donde los pepenadores efectúan la labor de separación del plástico a partir de los residuos en masa.

Una vez acopiado el plástico y compactado manualmente, es transportado hasta un terreno ubicado en una zona conurbana de la misma ciudad, sobre la calle Santa Eduvigis, en la colonia Villas de Guadalupe. Para ello cuentan con cinco unidades de transporte (tres pick up y dos camiones de redilas) los cuales tienen una capacidad de transporte de residuos de hasta 300 kg, como envases de plástico. En el terreno cuentan con una planta pequeña de patente mexicana para la producción de tablas rígidas de plástico conglomerado que pueden sustituir al triplay de madera, tablonés, barrotes y cimbra, entre otros materiales para la construcción y decoración.

Al mes, tienen una producción aproximada entre 46 a 70 tablonés, los cuales tienen un peso entre 40 y 80 kg, aunque también fabrican tablas con un peso de hasta 300 kg.

Tabla XXXVI. Precios de venta de las tablas de plástico conglomerado producidos por la sociedad Ambiente, Ciencia y Desarrollo, S. C.

Tableros de plástico reciclado 1.22m x 2.44m				
		1-10 piezas	11-20 piezas	>21 piezas
Grosor cm	Peso kg.	\$ menudeo	\$ mayoreo	\$ mayoreo
1.27(1/2")	40	\$350.00	\$339.50	\$315.00
1.41(5/9")	44.4	\$400.00	\$388.00	\$360.00
1.58(5/8")	50	\$450.00	\$436.50	\$405.00
1.90(3/4")	60	\$550.00	\$533.50	\$495.00
2.22(7/8")	70	\$600.00	\$582.00	\$540.00
2.54(1")	80	\$750.00	\$727.00	\$675.00
7.62(3")	270-300			

Recicladora La Paz

Este es quizá uno de los primeros centros de acopio establecidos en la Ciudad de La Paz y en todo el Estado. Principalmente se dedica al acopio y transporte de residuos reciclables a otros estados del país. Recibe plástico tipo 1, 2 y 4, es decir, PET, PEAD, PEBD, respectivamente. Específicamente compran botellas de bebidas refrescantes y galón lechero, de preferencia sin tapas, sin líquidos y comprimidas.

Un 80 % de sus proveedores son empresas del sector privado, y un 20 % son particulares y pepenadores. El precio de compra del plástico limpio es de \$1.00/kg (equivalente a \$1,000.00/tonelada), sin embargo, si consideran que el plástico está sucio, lo compran a \$0.50/kg. Sólo a la empresa ANCHOR, productora de envases de bebidas refrescantes filial de Coca Cola Company, le compran el plástico a \$3.50/kg debido a que la calidad de sus envases es elevada, por ser envases que no han sido usados pero que sin embargo tienen algún defecto de fabricación o exceden el límite de la fecha de caducidad.

Este centro de acopio actualmente comercializa aproximadamente ocho toneladas al mes de plástico. En un trabajo publicado en 2010 por IIRN a solicitud de la Dirección de Ecología

Municipal, se reportan cifras anuales de recuperación aproximadas a 100 toneladas de plástico, lo que es equivalente a 8.33 toneladas/mes, lo cual confirma las cifras publicadas con anterioridad.

El tratamiento que le dan al plástico consiste en la separación por tipo y compactación. Para ello cuentan con cuatro equipos compactadores. El destino principal de los residuos es la ciudad de Tijuana, B. C., en particular a la empresa ECO-RECYCLING, para su transporte rentan una unidad tipo tráiler a una tarifa de \$0.70/kg (equivalente a \$700/tonelada).

- *Empresas comercializadoras de vidrio*

En la ciudad de La Paz, la empresa Recicladora La Paz era la única que se dedicó en algún momento al acopio y transportación del vidrio para su reciclaje al centro del país, principalmente a la ciudad de Guadalajara, Jal., a la empresa Vitro S. A. de C. V., para su transporte se empleaba la vía marítima y a su vez rentaban camiones tipo torton o tráiler con una capacidad de hasta 20 y 35 toneladas de vidrio fracturado, respectivamente. Sin embargo debido a los altos costos de transporte considerando por ejemplo los gastos por la carga a \$0.10/kg e igualmente su descarga a \$0.10/kg, además del pago de impuestos aduanales con un costo aproximado de \$5,000.00 por viaje, además del flete equivalente a \$0.40/kg, aunado todo esto a esto los bajos precios de compra, el negocio dejó de ser redituable y se vio limitada su comercialización, por lo que la empresa cambió el giro únicamente al plástico, papel y cartón. En un trabajo publicado en 2010 por IIRN a solicitud de la dirección de ecología, se tienen cifras de acopio anuales de 100 toneladas por parte de Recicladora La Paz.

Actualmente el mercado del vidrio se encuentra limitado a una empresa ubicada en Cabo San Lucas de nombre Vidriera Los Cabos la cual únicamente recibe vidrio transparente.

En la ciudad de La Paz, está en formación desde inicios de 2011 una organización denominada reciclavitrum. Producen materiales para la construcción a base de vidrio triturado y cemento, logrando incorporar hasta un 60 % en peso de vidrio en sus productos, tales como macetas, barras, piso firme, entre otros productos de tipo artesanal.

- *Empresas comercializadoras de metales*

En la Ciudad de La Paz son 15 centros de acopio dedicados a la comercialización de metales, mejor conocidos como chatarreras, las cuales manejan desde uno hasta siete diferentes metales como el cobre, bronce, aluminio, acero, antimonio, fierro y lamina, con precios de compra que oscilan entre \$1.00 y \$95.00/kilogramo, además de metales es común que también comercialicen acumuladores de autos los cuales son residuos considerados como peligrosos por la normatividad ambiental. Los precios de compra de los metales son muy variables, dado que están en función del mercado global y las tarifas establecidas por las grandes empresas recicladoras ubicadas fuera de la entidad en Estados como Baja California, Jalisco y San Luis Potosí y que a su vez estas empresas se apegan a las tarifas establecidas en el mercado a nivel mundial.

La comercialización de los metales se lleva a cabo tanto de forma externa, transportándolos a otras ciudades, como interna, es decir, de compra-venta local, lo cual implica la generación de intermediarios entre las empresas dominantes y los proveedores de residuos al menudeo. Son las empresas pequeñas las que mantienen un mercado interno en la ciudad de La Paz, dado que carecen de infraestructura y capital para transportar estos residuos fuera del estado, y los precios de compra al menudeo que manejan son mucho más bajos que las empresas grandes. El peso en toneladas de residuos que manejan este tipo de empresas mensualmente varía entre 0.5 (las más pequeñas) y 1,800 toneladas (las más grandes). Y en suma, el conjunto de empresas comercializan más de 3,500 ton/mes de diferentes metales.

La manera de gestionar estos residuos es primordialmente por acumulación y clasificación, por periodos que oscilan entre dos semanas a un mes, o hasta completar los montos necesarios en toneladas para costear los gastos por transporte, como son la renta de camiones, pago del flete y aduana, entre otros.

En las Tablas XXXVII y XXXVIII se muestran los precios de compra para los diferentes metales así como los montos aproximados en kilogramos que acopian durante un mes de actividad en los diferentes centros de acopio ubicados en la ciudad de La Paz.

Tabla XXXVII. Precio promedio de compra por kilogramo de residuos que manejan los principales centros de acopio de metales ubicados en la Ciudad de La Paz, B. C. S.

CENTRO DE ACOPIO DE METALES	COBRE	BRONCE	ALUMINIO	ACERO	ANTIMONIO	FIERRO	LAMINA	BATERIAS DE CARROS
Giada Trading	\$80.00	\$48.00	\$19.00	NO COMPRA	\$10.00	\$4.50	\$2.40	\$130.00
S. C. C. Ecoverde, S.C. de C. de R.L.	\$95.00	\$55.00	\$18.00	NO COMPRA	NO COMPRA	\$3.20	\$2.50	\$130.00
Metales el Güero	\$70.00	NO COMPRA	\$17.00	\$15.00	NO COMPRA	\$3.10	\$2.10	\$100.00
Recuperadora Súchil Durango	\$70.00	\$30.00	\$17.00	\$8.00	NO COMPRA	\$2.50	\$1.50	NO COMPRA
Recuperadora de Metales MIN	\$75.00	NO COMPRA	\$19.00	\$16.00	\$8.00	\$3.00	\$2.20	NO COMPRA
Recicladora Fuentes	\$60.00	\$35.00	\$17.00	\$10.00	\$2.90	\$2.50	\$1.50	\$110.00
Centenario Recycling	NO COMPRA	NO COMPRA	\$17.50	\$18.00	NO COMPRA	\$2.85	\$2.00	\$115.00
Recicladora Salgado	\$70.00	\$35.00	\$17.00	\$15.00	\$5.00	\$2.80	\$1.70	\$110.00
Recuperadora Hermanos Salas	\$70.00	\$30.00	\$16.00	\$12.00	\$5.00	\$2.50	\$1.70	NO COMPRA
Metales Marros	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	\$10.00	NO COMPRA	\$3.00	\$2.00	\$100.00
Recuperadora los Pinos	\$70.00	\$35.00	\$17.00	\$10.00	\$3.50	\$2.50	\$1.50	NO COMPRA
Recicladora Manriquez	\$70.00	NO COMPRA	\$16.00	NO COMPRA	\$3.00	\$2.00	\$1.30	\$100.00
Jesús Ramírez Rodríguez	NO COMPRA	\$30.00	\$12.00	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	\$100.00
Chuyanos Brothers	\$80.00	\$30.00	\$18.00	\$13.00	NO COMPRA	\$2.20	\$1.50	\$100.00
Juan Sánchez de Santiago	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	\$3.00	\$2.00	NO COMPRA
Mario Alcalá	\$60.00	\$35.00	\$14.00	\$10.00	\$5.00	\$2.50	\$2.00	NO COMPRA
PROMEDIO	\$72.50	\$37.00	\$16.75	\$12.45	\$5.34	\$2.81	\$1.86	

Tabla XXXVIII. Montos aproximados expresados en kilogramos y toneladas de residuos que comercializan los centros de acopio de metales ubicados en la Ciudad de La Paz, B. C. S.

CENTRO DE ACOPIO DE METALES	COBRE	BRONCE	ALUMINIO	ACERO	ANTIMONIO	FIERRO	LAMINA	PESO TOTAL (Kg)	PESO TOTAL (Ton)
Giada Trading	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	1,400,000.00	1,400.00
S. C. C. Ecoverde, S.C. de C. de R.L.	5,000.00	2,000.00	12,000.00	NO COMPRA	NO COMPRA	900,000.00	900,000.00	1,819,000.00	1,819.00
Metales el Güero	500.00	250.00	5,000.00	15,000.00	NO COMPRA	3,000.00	NO ESTABLECIDO	23,750.00	23.75
Recuperadora Síchil Durango	2,000.00	400.00	5,000.00	300.00	CONFIDENCIAL	60,000.00	25,000.00	92,700.00	92.70
Recuperadora de Metales MIN	2,000.00	2,000.00	15,000.00	15,000.00	CONFIDENCIAL	3,000.00	3,000.00	40,000.00	40.00
Recicladora Fuentes	2,000.00	600.00	2,000.00	0.00	300.00	10,000.00	2,000.00	16,900.00	16.90
Recicladora Salgado	1,000.00	300.00	4,000.00	NO ESTABLECIDO	CONFIDENCIAL	27,000.00	10,000.00	42,300.00	42.30
Recuperadora Hermanos Salas	2,000.00	500.00	7,000.00	0.00	0.00	10,000.00	10,000.00	29,500.00	29.50
Metales Marros	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	2,000.00	2.00
Recuperadora los Pinos	30,000.00	40.00	150.00	0.00	250.00	30,000.00	CONFIDENCIAL	60,440.00	60.44
Recicladora Manriquez	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL
Jesús Ramírez Rodríguez	NO COMPRA	70.00	400.00	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	NO COMPRA	470.00	0.47
Chuyanos Brothers	500.00	500.00	3,000.00	400.00	100.00	20,000.00	CONFIDENCIAL	24,500.00	24.50
Juan Sánchez de Santiago	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL	CONFIDENCIAL
Mario Alcalá	100.00	108.00	220.00	80.00	60.00	12,000.00	10,000.00	22,568.00	22.57
TOTAL en KG	45,100.00	6,768.00	53,770.00	30,780.00	710.00	1,075,000.00	960,000.00	3,574,128.00	3,574.13
Precio promedio de compra (Pesos/Kg)	\$72.50	\$37.00	\$16.75	\$12.45	\$5.34	\$2.81	\$1.86	MOVIMIENTO DE DINERO TOTAL AL MES	
Movilización de dinero/mes	\$3,269,750.00	\$250,416.00	\$900,647.50	\$383,211.00	\$3,793.43	\$3,020,750.00	\$1,785,600.00	\$9,614,167.93	

Los centros de acopio más importantes que desaparecieron en la Ciudad de La Paz son:

- **Cartonera La Paz**

Centro de acopio de papel y cartón. Cerró en 2010 debido a la poca demanda de las láminas de cartón negro producidas. La empresa venía operando desde 1990, su propietario, el C. Ernesto Coronel, contaba con una plantilla de 13 empleados y 3 vehículos en los que transportaba el material acopiado. La empresa se ubicaba en el km 11 de la carretera al sur, callejón acceso al Ranchito, en la colonia el Mezquitito. Era una empresa que se dedicaba a la producción de cartón negro empleando asfalto o combustóleo como recubrimiento del cartón y papel (archivo) sometidos a un proceso de canalado. El precio de compra del cartón y papel reciclado era de \$0.20/kg (20 centavos por kilogramo, equivalente a \$200/tonelada) si la empresa recolectaba a domicilio el cartón y de \$30/kg (30 centavos por kilogramo, equivalente a \$300/tonelada) si era entregado hasta la cartonera. El producto terminado se vendía a \$125 pesos más IVA con una producción de hasta 1,500 atados diarios, el cual se comercializaba en ciudades como Cabo San Lucas, Ciudad Constitución y La Paz. La comercialización estaba limitada a la Entidad debido a los gastos que implicaba pagar el flete para su transporte a otras ciudades del País (Martínez-Velázquez, 2005).

- **Plásticos de La Paz**

Empresa recicladora de plástico. Cerró en 2010 por problemas de salud del propietario. Esta empresa era prácticamente un negocio familiar que venía operando desde 1992, acopiando plástico de los tipos 2 y 4 principalmente para la fabricación de mangueras y poliductos para riego por goteo, construcción de viviendas e instalaciones eléctricas. Las mangueras tenían una longitud aproximada de hasta 100 m y se podían elaborar de diferentes calibres. Su propietario el C. Antonio Serrano contaba con una plantilla de 10 empleados. La empresa se ubicaba en las Calles Italia y Vaticano en la Colonia Roma. La maquinaria empleada era rudimentaria, elaborada a partir de diferente equipo chatarra que fue readecuado. La producción está detenida debido a que la inversión en la reparación de la maquinaria no es costeaable, así como al consumo de energía eléctrica, es elevado. La compra de otra maquinaria representaría un inversión mucho mayor, lo

que no sería redituable con relación a la comercialización del producto. El precio de compra del material era de \$70¢/kg (setenta centavos por kilogramo equivalente a \$700/tonelada). Cada manguera requería en promedio 8 kg de plástico, y el precio de venta del producto terminado era de \$110 pesos. Sus principales clientes eran empresas ferreteras y particulares que hacían pedidos especiales (Martínez-Velázquez, 2005; IIRN, 2010).

Aparte de los 17 centros de acopio descritos anteriormente, también se ha podido observar prácticas de separación de residuos en Organizaciones No Gubernamentales (ONG's) que por el momento no son de interés para este trabajo, aunque su influencia es importante durante campañas de educación ambiental como World Wildlife Fund (WWF), Noroeste Sustentable (NOS), ConCIENCIA México, Ecology Project International (EPI), y Grupo Tortuguero. En estas organizaciones, la estrategia de separación fraccionada consiste en su mayoría en recipientes amplios con volumen aproximado de 0.5 m³ hasta 1 m³, clasificados ya sea por colores y siempre acompañados de estampados indicando el nombre y con dibujos de los residuos que se acopian (generalmente se incluyen, vidrio, papel y cartón, plástico, metales y materia orgánica).

En la Tabla XXXIX se incluye una comparación generalizada entre la recuperación de residuos reciclables en centros de acopio ubicados en la ciudad de La Paz durante un periodo correspondiente a un mes, y los montos totales de generación de residuos de origen doméstico durante ese mismo periodo, para ello se consideró que la GPC de RSD es en promedio de 0.84 kg/hab/día, y el tamaño de población es de 224,455 habitantes (CNPV, INEGI, 2010), equivalente a una generación mensual aproximada de 5,656.27 toneladas de RSD, de los cuales la generación de residuos inorgánicos reciclables es de 1,264.17 toneladas, que a su vez representan 128.96 toneladas de papel, 220 ton de cartón, 397.06 ton de plástico, 258.50 ton de vidrio y 97.85 toneladas de metales.

Tabla XXXIX. Comparación de la generación mensual de residuos sólidos domésticos reciclables y su recuperación en centros de acopio de residuos ubicados en la Ciudad de La Paz.

Residuo	Composición	Generación	Recuperación	Recuperación	Precio promedio	Recuperación	Ingreso
Reciclable	porcentual	total	en	porcentual	de compra	tentativa del	tentativo
	(%)	(ton/mes)	centros de	(%/mes)	(\$/ton)*1	80%	por venta
			acopio			(ton/mes)	(\$/mes)
			(ton/mes)				
Papel	2.28	222.30	5	2.25	\$300.00	177.84	\$53,352.00
Cartón	3.89	379.28	90	23.73	\$300.00	303.42	\$91,026.00
Plástico	5.44	530.59	23	4.33	\$1,000.00	424.47	\$424,473.27
Vidrio	4.57	445.69	0	0.00	\$100.00	356.56	\$35,655.53
					\$1,300.00 a		
Metales	1.76	171.99	2172.12	1,262.93	\$9,500.00 (*2)	137.59	\$608,846.12
Textiles	4.39	428.03	0	0.00	\$100.00	342.42	\$34,242.00
TOTAL	22.34	2,177.88	2,290.12			1,742.30	\$1,247,594.93

7.1.5 Disposición final

7.1.5.1 Relleno sanitario

Los requisitos establecidos en la norma oficial mexicana (NOM-083) para la correcta operación dentro de sus instalaciones, se dan en función de las dimensiones y los montos de residuos que ingresan diariamente al sitio, de acuerdo con esto, el relleno sanitario corresponde a la categoría A (con un ingreso mayor a 100 toneladas diarias)

El tiradero controlado actualmente no tiene un letrero o señalamiento que indique la dirección para su acceso a partir del libramiento Santiago Oseguera a partir de donde se tiene que tomar una desviación hacia un camino de terracería de aproximadamente 2 km. La degradación del paisaje en esa zona se incrementa ya que las personas no reconocen con facilidad la ubicación exacta del tiradero, por lo que prefieren depositar de forma irregular sus residuos en los márgenes del camino.

Actualmente, cuando un vehículo ya sea oficial, particular o comercial, accede a las instalaciones del relleno sanitario, el personal encargado en la caseta de vigilancia, toma datos como el nombre del conductor, modelo de la unidad, color, número de placas y toneladas de residuos transportados, cerciorándose cuando sea posible que su contenido no incluya residuos de tipo peligroso. Concluida esta etapa de registro y revisión, los vehículos se dirigen hacia el montículo de residuos que puede alcanzar una altura de hasta 10 a 15m, en la cima de este montículo se vacían los residuos (es común que durante esta labor se acercan pepenadores y estos recuperan residuos de valor). Una vez concluido el vaciado de los residuos, los vehículos se retiran de la zona y al pasar nuevamente por la caseta de vigilancia no tienen la necesidad de registrar su salida o pesarse en la báscula, simplemente pueden salir de las instalaciones del relleno sanitario sin mayor problema. Mientras tanto los residuos depositados en las trincheras (en un lapso no mayor a 20 minutos) son esparcidos y compactados por un traxcavo; finalmente se cubren con una capa de tierra de 15 a 20 cm de espesor y se compactan nuevamente (esta operación de compactación con tierra se realiza diariamente o cuando el volumen de desechos depositados lo requiera) el hecho de que el recubrimiento con tierra no se realice diariamente incrementa el riesgo por

generación de incendios espontáneos además de la proliferación de fauna nociva. La tierra empleada para el recubrimiento de los residuos se obtiene del terreno anexo a la trinchera, con objeto de formar una nueva para los próximos años.

En el tiradero controlado de la Ciudad de La Paz, se han presentado también algunos incendios incontrolados, sobre todo en la temporada de verano, ya que se han podido alcanzar temperaturas extremas de hasta 43.4°C.

Como se mencionó en el apartado 6.1.5 de metodología, en el cuestionario de evaluación también se incluyeron dos preguntas en relación a la etapa de disposición final.

En cuanto al conocimiento del sitio de disposición final, se tiene que un promedio del 74 % de los entrevistados en los tres estratos si lo conoce, en los estratos bajo, intermedio y alto lo conocen con un promedio del 96, 65 y 62 %, respectivamente.

Cuando se preguntó a los participantes si en alguna ocasión se habían visto involucrados con la disposición final de residuos en lugares que no correspondieran al sitio de disposición oficial, es decir en arroyos, orilla de carreteras, lotes baldíos, playas, un promedio del 96 % de los entrevistados en los tres estratos declararon nunca haber realizado una acción de este tipo, el 4 % restante que respondió afirmativamente.

Tabla XL. Registro rápido para el cumplimiento/incumplimiento del relleno sanitario ubicado en la Ciudad de La Paz, de acuerdo con la NOM-083-SEMARNAT-2003.

REQUISITOS ESTABLECIDOS POR LA NOM-083-SEMARNAT-2003 PARA RELLENOS SANITARIOS	CUMPLIMIENTO	
	SI	NO
Distancia > 13km de pistas de aeródromo de servicio público o aeropuerto	x	
No ubicarse dentro de A. N. P. (excepto sitios contemplados en el plan de manejo de estas)	x	
Ubicación a una distancia mayor a 500 m a partir de la traza urbana contemplada en el PDU	x	
No ubicarse en zonas de marismas, manglares, esteros, pantanos, humedales, estuarios planicies aluviales, fluviales, recarga de acuíferos, arqueológicas, cavernas, fracturas o fallas geológicas	x	
Distancia > 500m a cuerpos de agua superficiales con caudal continuo, lagos o lagunas	x	
Distancia > 500m entre el límite del sitio de disposición final y cualquier pozo de extracción de agua	x	
Cuenta con estudio geológico	x	
Cuenta con estudio hidrogeológico	x	
Cuenta con estudio topográfico	x	
Cuenta con estudio geotécnico	x	
Cuenta con estudios de generación y composición de RSU	x	
Cuenta con estudios de generación y composición de RME	x	
Cuenta con estudios de generación de biogás	x	
Cuenta con estudios de generación de lixiviados	x	
Cuenta con barrera geológica natural o equivalente a un espesor (garantice impermeabilidad)		x
Se garantiza la extracción, captación, conducción y control de biogás generado en el sitio		x
Cuenta con sistema que garantice la captación y extracción de lixiviados generados en el sitio		x
Se ha diseñado un drenaje pluvial para el desvío de escurrimientos pluviales y desalojo de agua de lluvia		x
Cuenta con un área de emergencia para la recepción de RSU y RME ante eventualidades climáticas		x
Cuenta con un nivel de compactación mayor a 600kg/m ³	x	
Los residuos son cubiertos en forma continua dentro de un lapso no menor a 24h posteriores a su depósito	x	
Se adoptan medidas para la restricción de entrada de aguas residuales	x	
Se adoptan medidas para la restricción de entrada de líquidos industriales de proceso	x	
Se adoptan medidas para la restricción de entrada de lodos hidratados de cualquier origen (con >85% humedad)	x	
Cuenta con caminos de acceso	x	
Cuenta con caminos interiores	x	
Cuenta con cerca perimetral	x	
Cuenta con caseta de vigilancia y control de acceso	x	
Cuenta con Báscula	x	
Cuenta con Agua potable, electricidad y drenaje	x	
cuenta con vestidores y servicios sanitarios	x	
Cuenta con franja de amortiguamiento (mínimo de 10 m)	x	
Cuenta con Oficinas	x	
Cuenta con Servicio Médico y seguridad personal		x
Cuenta con manual de operación	x	
Cuenta con un control de registro	x	
Cuentan con programa de medición y control de impactos ambientales		x
Cuentan con programa de monitoreo de sitio para su conservación y mantenimiento de registros		x
Cuentan con un programa de monitoreo de biogás		x
Cuentan con programa de monitoreo de lixiviados		x
Cuentan con programa de monitoreo de acuíferos		x
Cuentan con programa de clausura y mantenimiento del sitio	x	

7.1.1.1 Pепенadores

A partir de las entrevistas realizadas a 18 pepenadores en las instalaciones del relleno sanitario, con fecha del 26 de Marzo de 2011, se obtuvieron los siguientes resultados.

El 44 % son mujeres y el 56 % hombres. El promedio de edad es de 38 años (dentro de un rango de 18 a 61 años). La escolaridad promedio es el cuarto año y medio de primaria, es decir 7.8 años cursados, considerando como números ordinales desde el jardín (1-3), primaria (4-9), secundaria (10-12), y preparatoria (13-15). Hubo personas que no habían tenido la oportunidad de asistir a la escuela, así como personas con la secundaria completa.

El 77.8 % de los encuestados sabe leer y escribir, y sólo el 22.2 % es analfabeta. El 72.2 % acude al relleno sanitario dado que representa su única fuente de ingresos, el resto (27.8 %) cuenta con una fuente de ingreso alternativo con oficios como albañilería o jardinería.

El 66 % de los entrevistados son de procedencia local, en su mayoría de la ciudad de La Paz y tienen como antecedente padres o familiares que se dedicaban a la pepena como forma de vida. El 33 % restante han inmigrado de otros estados de la República (Guanajuato, Michoacán, Oaxaca, Veracruz), incluso entre los entrevistados se encontró una mujer proveniente de la ciudad de Nueva York. Las colonias de procedencia en la Ciudad de La Paz son las de mayor marginación: Laguna Azul, Lagunitas, Márquez de León, Guerrero, Villas de Guadalupe, ubicadas en los extrarradios de la Ciudad, muy cerca de las instalaciones del relleno sanitario.

En cuanto a las condiciones de trabajo se tiene que en promedio trabajan 5.6 días a la semana, es decir, de lunes a sábado, esto es con la nueva reglamentación establecida por la DGSPM, en la cual se prohíbe el acceso al relleno sanitario los días domingos con fines de actividad de pepena. El promedio de horas de trabajo diarias es de 9 horas (varía desde 7 y 11 horas), con un horario promedio de 6:00 horas a 15:00 horas.

La antigüedad promedio en años de trabajo en el relleno sanitario es de 5 años (varía entre 6 meses hasta 18 años). El ingreso semanal que reportan es en promedio de \$1,370.00, con variación desde \$300.00 a \$1,800.00.

El 72 % de los entrevistados cuentan con seguro popular, y el 22.22 % restante no cuentan con ningún tipo de servicio de salud. Los residuos que recuperan con mayor interés son: metales, cartón y plástico. Existe una nueva alternativa para el transporte de residuos como el plástico, ya que una empresa acude directamente a las instalaciones del relleno sanitario (bisemanalmente) a recolectar los residuos separados por los pepenadores.

Con esta entrevista también se detectó el cobro por acceso a las instalaciones del relleno sanitario por motivo de actividades de pepena, equivalente a \$50.00 mensuales, tarifa establecida bajo la nueva administración municipal a partir de Mayo de 2011, la cual se debe pagar cada día primero de mes, de lo contrario se cobra una multa de \$50.00, a lo cual algunos pepenadores se muestran conformes puesto que antiguamente reclaman era más elevada (\$120.00, en administraciones pasadas).

7.1.5.2. Tiraderos irregulares

Se localizaron en la Ciudad de La Paz, cuatro zonas conflictivas con un total de 95 tiraderos irregulares ocupando un total de 425,190 m² y un volumen aproximado de 373,684 m³, considerando una densidad media de 300 kg/m³, el peso en toneladas de residuos depositados en estos tiraderos asciende a 112,105.02 ton. El volumen de residuos depositados en estos sitios es equivalente a los montos acumulados durante 344.93 días (poco menos de 1 año), considerando una generación diaria de 325 toneladas. La antigüedad de estos sitios es difícil de determinar, residuos inertes (como el vidrio) que permiten deducir que tales residuos han estado ahí desde hace aproximadamente 15 a 20 años, otros son de características recientes (hojas de poda y siega, animales muertos) los cuales se degradan rápidamente y con el paso del tiempo pasan desapercibidos.

En estos sitios al igual que en relleno sanitario se ha podido observar la actividad de recuperación informal de residuos aprovechables por pepenadores, algunos de ellos empleando incluso picos y palas para extraer (del hormigón) varillas y otros artículos metálicos usados en el ramo de la construcción.

A las orillas del camino sobre el libramiento Santiago Oseguera (en el cual se encuentra la desviación para acceder a las instalaciones del relleno sanitario) se puede observar una disposición de residuos predominantemente de tipo urbano, aunque también se observó que en el tramo posterior a el problema disminuye bruscamente. A lo largo de este tramo, es importante señalar que se han instalado torres de alta tensión (de energía eléctrica que abastece a la ciudad desde la central termoeléctrica Punta Prieta y la Central de Combustión Interna (CCI), la brecha de terracería que se ha abierto para su instalación han sido ampliamente utilizadas por los generadores para disponer libremente sus residuos puesto que el camino de terracería se encuentra fuera de la vista de los conductores a nivel de carretera, a aproximadamente 20 o 30 m al costado, es decir, paralela a esta, lo cual da margen de privacidad para no ser observados en el acto de la disposición de residuos desde el nivel carretero.

Los residuos que predominan en los tiraderos irregulares identificados en la ciudad de La Paz, son los restos de materiales de construcción (ripio, hormigón, ladrillos, azulejos, lavamanos, inodoros, entre otros), un tanto menos abundantes son los neumáticos, estructura de aparatos electrodomésticos de plástico rígido (televisores, computadoras), y el vidrio. No sorprende el hecho de no encontrar línea blanca y gris como estufas, refrigeradores y todo tipo de aparatos que contengan metales en su composición, dado que existe un amplio mercado para este tipo de residuos que se cotizan a altos precios en los centros de acopio e incluso son motivo de sustracción ilegal.

11. DISCUSIÓN

Generación

Crecimiento poblacional

La Ciudad de La Paz, ha venido experimentando desde la década de los 70's un crecimiento demográfico acelerado, que se empezó a gestar desde los años 30's del siglo pasado; esta evolución demográfica se puede observar con mayor detalle en la Figura 11, incluso se puede dividir rápidamente la figura en tres importantes etapas en la historia demográfica en la ciudad de La Paz, la primera abarca desde sus inicios como puerto hasta

el año de 1930, enseguida se tiene la etapa comprendida entre 1930-1990, y finalmente la más reciente desde 1990 hasta la actualidad. A pesar de que las tasas de crecimiento demográfico han disminuido en la última etapa con respecto a las dos anteriores, la población de la ciudad está experimentando un fenómeno que a nivel global se le conoce como “inercia demográfica”, la cual se acentúa a medida que la población se encuentra en edad reproductiva (Ondorica Mellado, 2004), esto adquiere gran relevancia debido a que de acuerdo con el último CNPV de INEGI en 2010, la media poblacional en la Ciudad de La Paz, e incluso también a nivel estatal es de 26 y 27 años, respectivamente, es decir, su población está transitando hacia una edad económicamente activa, donde la reproducción y la formación de nuevas familias, se acentuará, y en suma a esto, se tiene que el crecimiento demográfico y la forma de vida de sus habitantes están demandado servicios e infraestructura para satisfacer un importante crecimiento de tipo urbano.

La tasa de crecimiento poblacional, se estimó fue de 2.37 unidades durante el periodo 1990-2010, esta última cifra no se relaciona directamente con la tasa de crecimiento en la generación total de RSU durante el periodo 1996-2010 equivalente al 4.21 %, es decir, la generación total de residuos está siendo superada por la influencia de otros factores sociales, ambientales, económicos y culturales, que resultan complicados de predecir, pero que sin embargo, responden a las características particulares y la forma de vida de los habitantes de la capital del Estado.

Generación total de residuos

Antes de empezar analizar la información obtenida durante esta etapa, es importante reconocer que las cifras de generación total de RSU en la Ciudad de La Paz, reportadas por la DGSPM a través del CIM (2010) correspondientes al periodo 1996-2011, en realidad sólo representan la disposición final de los mismos en el relleno sanitario. Es decir, para poder declarar cifras reales de generación total de RSU, sería necesario efectuar un estudio más detallado donde no sólo se tomen en cuenta los residuos que ingresan a las instalaciones oficiales para su disposición final, sino que también todos los residuos que permanecen en tiraderos irregulares en amplias zonas de la Ciudad, así como los residuos

que entran a la cadena de comercialización para su aprovechamiento en centros de acopio. Sin embargo, efectuar esta suma resulta muy complicado para las autoridades puesto que no se tiene un control de los residuos depositados en los tiraderos irregulares, así como tampoco se tiene control de los residuos acumulados y comercializados por los centros de acopio. A pesar de lo anterior, con fines prácticos de esta investigación, las cifras de disposición final de residuos en el relleno sanitario, representarán la generación total de RSU en la Ciudad de La Paz y que eventualmente se sabe también ingresan enmascarados algunos RME y RP.

La primera dificultad que se presentó durante el desarrollo de esta investigación fue establecer cifras confiables de generación total de RSU, estudios previos, reportaban una generación total de residuos de acuerdo al día de recolección, sin embargo, esto es incorrecto ya que no precisamente ese día en particular se genera el monto especificado, esto es porque los residuos son recolectados con una frecuencia generalmente bi-semanal y han sido acumulados por los generadores durante tres o cuatro días previos, en los puntos de pre-recolección, y además la recolección se efectúa por sectores.

Así por ejemplo, Martínez-Velázquez (2005) e IIRN (2010) reportaban una generación total de RSU al día equivalente a 350 y 407.26 toneladas, respectivamente, sin embargo, tales cifras resultan inverosímiles y alarmistas, al igual que sus estimaciones de la GPC. Ahora se sabe que en tales fechas, 2005 y 2010, la generación total de residuos fue de 322.49 y 330 toneladas, respectivamente, y en el periodo 2010-2011 descendió hasta un promedio de 312 toneladas al día.

Considerando como oficial esta última cifra de generación total de RSU para la Ciudad de La Paz, se pueden hacer comparaciones con otras fuentes, así pues, SEMARNAT-SNIAR (2011) reportó que en el estado de B. C. S., se generaron un total de 670 toneladas al día de RSU, por lo que la Ciudad de La Paz, estaría aportando aproximadamente el 46.56 % de la generación total de residuos a nivel estatal. Por otra parte, en México, la generación total diaria de residuos en la misma fecha fue aproximadamente de 112,500.08 ton, por lo que la ciudad de La Paz y al Estado de B. C. S. estarían aportando a nivel nacional el 0.27 y 0.59

% de la generación total de RSU, respectivamente. Esta generación total de RSU, ubica al Estado de B. C. S. en el segundo lugar como una de las entidades con menor aportación a nivel nacional en la generación total de RSU, seguido por Campeche con el 0.65 % y antecedido por Colima con el 0.54 %, mientras que son el D. F. y el Estado de México los principales generadores a nivel nacional, los cuales contribuyen con el 11.91 y 16.10 % de la generación total de residuos a nivel nacional, respectivamente.

La contribución en la generación total de residuos se encuentra estrechamente relacionada con el tamaño de la población, de acuerdo con el CNPV de INEGI (2010), la aportación en la generación de residuos y la población en el país mantiene una relación promedio de 0.94, es decir, muy cercana a la unidad, lo cual indica la relación tan estrecha que se tiene entre la población y la generación total de residuos, sin embargo, en el Estado de B. C. S. esta relación supera la unidad, hasta 2011, esta fue de 1.05 (Tabla IV), otras entidades en condiciones similares por superar la unidad entre la relación de la aportación en la generación y su población son Nuevo León, Baja California, D. F., México, Jalisco y Chihuahua con 1.23, 1.20, 1.51, 1.19, 1.11 y 1.03, respectivamente. La característica que tienen estas entidades es que concentran los grandes centros urbanos y áreas metropolitanas del país, sus actividades económicas, la gran actividad industrial y el caso particular de estado al Norte, se justifica por la influencia que provoca el país vecino en los hábitos de consumo.

En la Figura 12 dentro del apartado de resultados, se plasman las cifras mensuales de generación total de RSU, esto es desde mayo de 1996 a abril de 2011, en esta figura se pueden observar sobre el eje vertical unas líneas punteadas que dividen el tiempo en trienios, estos trienios corresponden a los cambios del poder ejecutivo en los últimos cinco gobiernos municipales; ocurriendo la transición de un periodo a otro en el mes de mayo, razón por la que la diferenciación anual no se reporta de acuerdo con el calendario gregoriano. Es precisamente durante este cambio de administración municipal que se elaboran cuadernos de información y reportes que describen los resultados de las actividades realizadas durante el último trienio y ofrecen un panorama general de la situación actualizada a los nuevos medios y altos mandos; sin embargo, a pesar de la

utilidad que puedan tener estos reportes, los nuevos mandatarios no reciben la información suficiente de tipo histórica que les permita efectuar de la misma manera una planeación de largo plazo para el manejo y gestión integral de residuos, y se puedan involucrar en el resto de las etapas de manejo, y no sólo la recolección, transporte y disposición final de residuos, como es tradición.

Al comparar las primeras cifras disponibles que reportan la generación total de RSU correspondientes a 1996-1997, de 66,227.56 ton/año, con un promedio mensual de 5,518 ton y una generación diaria de 181.45 ton, con las cifras de generación total de RSU correspondientes al último periodo, 2010-2011, de 114,203.65 ton/año, con un promedio mensual de 9,516.97 ton y una generación diaria de 312 ton, se puede observar que durante los últimos 15 años, la generación total de RSU se ha incrementado en un 72.4 %, con un incremento promedio anual de 4.21 %. Sin embargo este incremento no se ha presentado de manera uniforme, sino errática y respondiendo a factores económicos, sociales, culturales y demográficos. Así por ejemplo durante el periodo 2002-2003 la generación de residuos se incrementó respecto al periodo anterior más próximo en un 23 %, y en un 60 % respecto al periodo inicial de referencia, marcando una nueva tendencia sostenida en la generación de residuos en la Ciudad de La Paz. Por otro lado, se tienen decrementos marcados en la generación durante el periodo 2005-2006 (-3.30 %) y en los periodos anuales 2008-2009, 2009-2010, y 2010-2011, de -2.27 %, -2.02 % y -5.21%, respectivamente (Tabla XVIII).

En relación al incremento que se presentó en el periodo 2002-2003 en la generación total de RSU en la ciudad de La Paz, cabe mencionar que a nivel nacional y Estatal, este incremento también se vio reflejado, lo cual se puede observar a mayor detalle en la tabla III en el apartado de antecedentes, ya que durante el periodo 2003-2004 a nivel nacional se incrementó de forma generalizada la generación de RSU con un promedio de 6.03 %, mientras que el resto de los años, el incremento promedio anual nacional es de tan sólo 2.8 %; así pues, estados como Campeche, B. C. S. y Nayarit presentaron incrementos de hasta 11.11 %, 9.75 % y 9.09 % respectivamente, mientras que Colima, San Luis Potosí y Guerrero presentaron los incrementos anuales más bajos, 2.20 %, 2.37 % y 2.68 % respectivamente.

Considerando la tasa de crecimiento poblacional estimada de 2.37 unidades, la población en la Ciudad de La Paz, se proyectó será de 252,767 y de 284,567 habitantes en los años 2015 y 2020, respectivamente. Sin embargo, no sólo el crecimiento poblacional influye en la generación total de RSU, sino también las tasas de GPC de RSU, a su vez estas tasas dependen de un gran número de factores sociales, económicos y ambientales como se mencionan en el apartado 2.2.8.1.1. Sin embargo para proyectar la generación total de residuos, en una primera etapa se consideró la relación entre estos dos últimos factores (crecimiento poblacional y GPC de RSU), el resultado de esto fue la estimación en la generación total de residuos de 157,072.81 y 194,231.37 ton/año, durante 2015 y 2020, lo que es equivalente a una generación diaria de 430.34 y 532.14 ton/día, respectivamente.

Otra estrategia que permitió proyectar la generación total de residuos fue considerando la misma tasa de incremento en la generación total de residuos que se ha venido presentado durante los últimos quince años, equivalente al 4.21 %, de esta forma para los años 2015 y 2020 la generación total de residuos se estimó en 144,983.07 y 178,182.18ton/año respectivamente, equivalente a una generación diaria de 397.21 y 488.17 ton/día, respectivamente. Ambas proyecciones en la generación total de residuos en la ciudad de La Paz para los años 2015 y 2020, permiten estimar que será de aproximadamente 400 y 500 ton/día, respectivamente.

Si se tiene en consideración que actualmente la generación total de residuos es de aproximadamente 312 toneladas/día, durante los próximos tres y ocho años, se verá incrementada la demanda del servicio en un 37 y 70 % aproximadamente, así pues, la infraestructura actual deberá ampliarse para dar una cobertura en el manejo a 120 y 220 toneladas de residuos adicionales, esto traerá consecuencias directas sobre los sistemas de recolección, transporte, e implicará también satisfacer la necesidad de ampliar las opciones para el aprovechamiento de residuos y su correcta disposición final. La demanda del servicio será intensa a corto plazo, ya durante los próximos ocho años se incrementará en un 70 %, mientras que en años pasados, precisamente este mismo aumento porcentual de aproximadamente el 72.4 % se presentó pero en el doble de tiempo.

En la Ciudad de La Paz, el incremento en la generación total de residuos se ha venido presentando con tasas muy elevadas, con un promedio de 4.21 % anual desde 1996 a 2011 (Tabla XIX). B. C. S. es también uno de los Estados a nivel nacional que presenta las tasas de incremento en la generación total de residuos más elevadas, así pues durante el periodo de 2010-2011 se ubica en el primer lugar a nivel nacional con el 5.6 %, y es precedido por Quintana Roo y Querétaro con el 5.23 y 4.04 %, respectivamente, por el contrario son el D. F. y Sinaloa las entidades que presentan el incremento promedio anual porcentual más bajo en la generación total de residuos con el 1.07 y 2.26 % respectivamente (Tabla III). A nivel nacional durante el periodo de 2000 a 2011 el incremento promedio anual en la generación total de residuos fue de solo el 2.67 %, y de acuerdo con SEMARNAT (2001) este incremento varía dependiendo de la localidad entre el 1 y 3 % anual. Incluso Technobaglous (1982) señala que como experiencia obtenida durante los años 60's en Nueva York, EUA, la tasa de generación podía ser baja, razonable o muy elevada con porcentajes del 2.5, 3.5 y 4.5 %, respectivamente. Aviña-Hernández (2011), cita también que la generación total de RSU se prevé aumente durante 2005 a 2030 en un 38 %, es decir, el 1.3 % por año, dentro de la región de la OCDE (a la cual pertenece México). Por todo lo anterior, tenemos que la Ciudad de La Paz, al igual que el estado de B. C. S., presenta una elevada tasa en el incremento de la generación total de RSU, ubicándose por encima de la media nacional. La similitud entre el incremento promedio anual en la generación de residuos a nivel local y estatal, puede ser una consecuencia del nivel de representatividad demográfica que tiene la ciudad de La Paz como capital del estado y el núcleo poblacional que en ella concentra, equivalente en 2010 al 35 % de la población del Estado. Las altas tasas en el incremento promedio anual de la generación total de residuos puede traer consigo grandes retos durante la implementación de nuevas estrategias de manejo de los mismos, pero sobre todo, perjuicios económicos, ambientales y sociales si no se toman las medidas correspondientes para frenar las altas tasas en la generación total de residuos antes de que la población siga con el aumento inercial como se tiene proyectado.

Lo que también se pudo observar durante el análisis de la información de la generación total de RSU en la Ciudad de La Paz, es que se presentan cambios estacionales a lo largo

del año. Si se considera que generación total de residuos durante un año se equilibra durante los 12 meses que lo componen, el porcentaje de aportación mensual en peso de residuos sería del 8.33 % (considerando el año como el 100 %); sin embargo con los datos históricos se ha podido observar que durante el trimestre julio, agosto y diciembre se presentan las tasas más altas de generación de residuos con porcentajes por encima de la media teórica de generación, con 8.86, 8.66 y 8.59 %, respectivamente; mientras que es el mes de febrero el que presenta la menor generación de residuos con un promedio del 7.92 % (Tabla XX).

El incremento en la generación total de RSU durante el verano tiene su explicación en el aumento en el consumo de productos orgánicos comestibles, la experiencia en otros sitios, lo confirma, puesto que se producen más residuos de frutos y verduras (Armijo-de Vega *et al.*, 2009), los cuales presentan una densidad elevada en comparación con residuos de tipo inorgánico. Así pues, aunque en los meses de diciembre y enero se desechen grandes volúmenes de residuos inorgánicos derivados de festejos como botellas de vidrio, embalajes de papel y cartón, latas, plástico, entre otros, su densidad es menor en comparación con los residuos orgánicos (Tabla XXIII). Otra posible causa del incremento en peso de los residuos durante el trimestre de verano e invierno, es el incremento de las precipitaciones pluviales, en verano como consecuencia de la presencia de huracanes y tormentas tropicales, mientras que en invierno es a consecuencia de las “equipatas”, provocando con esto, un incremento en el peso de los residuos debido al agua de lluvia incorporada a los residuos durante su almacenamiento en los puntos de pre-recolección a nivel de acera.

Es importante mencionar que aún se desconoce con certeza la relación que guarda la generación de residuos con variables temporales, climáticas, económicas y culturales, así por ejemplo, en función de las diferentes estaciones del año, y las actividades que se desarrollan durante el año, por ejemplo en temporadas vacacionales debido al arribo de un mayor número de turistas, o la variación en relación al día de la semana.

Generación per cápita

De RSU

SEMARNAP (1997) proyectó que en la ciudad de La Paz, la GPC de RSU durante los años 1997, 2000, 2005 y 2005 sería de 0.831, 0.8783, 0.9697 y 1.0706 kg/hab/día. Sin embargo tales cifras en realidad fueron rebasadas, ya que durante el periodo de 1995 a 2011 (figura 14) las cifras muestran siempre resultados superiores a 1.0 kg/hab/día, e incluso se ha seguido incrementando hasta llegar en 2010 a 1.39 kg/hab/día, y se proyecta que para 2015 y 2020 ascienda hasta 1.70 y 1.87 kg/hab/día, respectivamente. Este resultado tiene fuertes implicaciones en la forma de manejo de residuos, puesto que en comparación con otras regiones del país, la Ciudad de La Paz, presenta una tendencia mucho más elevada de incremento de este indicador, que como se mencionaba anteriormente, sirve como medida del uso que le dan sus habitantes a los recursos materiales y el destino que le dan a los bienes al ser dispuestos como residuos. En México, en 2001, 2004 y 2010, el promedio en la GPC de RSU apenas alcanzó la cifra de 0.853, 0.900 y 0.979 kg/hab/día, respectivamente. En cambio el promedio en las zonas centro, sur y norte del país el promedio en la GPC de RSU en 1997 y 2010 fue de 0.77 y 0.9 kg/hab/día, respectivamente (Tabla VI), mientras que la frontera Norte, y el D. F. corresponden a las zonas del país que presentan mayor similitud a las condiciones de la ciudad de La Paz, puesto que las cifras promedio de GPC de RSU en estas zonas en 1997 y 2010 fueron de 1.14 y 1.29 kg/hab/día, respectivamente.

De acuerdo con SEMARNAT-SNIAR (2011) la GPC de RSU en los diferentes estados del país varía desde 0.5 a 1.5 kg/hab/día. El estado de B. C. S., a pesar de no pertenecer a la categoría de estado fronterizo, ni concentrar una gran población y actividad industrial como es caso del D. F., su capital si presenta mayor semejanza con estas zonas del país, debido a que las tasas de GPC de RSU son relativamente elevadas.

Las altas tasas de GPC de RSU en la Ciudad de La Paz, puede ser el resultado de la influencia que el país vecino del norte provoca por su cercanía, la desconexión que se ha tenido en el Estado con el centro del país y con ello de sus costumbres y formas de manejo de residuos. EUA siempre se caracterizado a nivel mundial por tener un nivel de vida

inevitablemente vinculado a la generación de residuos sólidos y el despilfarro de recursos materiales, el empleo de los bienes por una sola ocasión y una filosofía del desperdicio bien arraigada, así como la rápida obsolescencia de los productos (Tchnobaglous, 1982).

De RSD

La estimación de la GPC de RSD en diferentes estratos socioeconómicos en la Ciudad de La Paz, permitió observar que esta es más elevada en el estrato intermedio con un promedio de 1.09 kg/hab/día (rango de 0.22-2.32 kg/hab/día, y desviación estándar de 0.56 kg/hab/día), seguido por el estrato alto con 0.83 kg/hab/día (rango de 0.11-2.16 kg/hab/día, y desviación estándar de 0.44 kg/hab/día) y finalmente el estrato bajo con un promedio de 0.61 kg/hab/día (rango de 0.10-1.86 kg/hab/día, y desviación estándar de 0.44 kg/hab/día (Figura 15).

Estos resultados contradicen las tendencias globales de GPC de RSD que se basan en el nivel de vida económico de los hogares evaluados, esto es porque normalmente son los sectores con mayores ingresos económicos, los que generan mayor proporción en peso de residuos (Restrepo y Phillips, 1985; Medina, 1997). Tratando de encontrar una justificación a este resultado, se tiene que el mayor peso de los residuos generados por habitante en el estrato intermedio con respecto a los otros dos estratos, puede ser una consecuencia del porcentaje en peso que representan cada una de las fracciones que los componen, así por ejemplo en el estrato intermedio la fracción de residuos orgánicos, tales como restos de jardinería, que representan hasta el 26.28 %, es el porcentaje más elevado en comparación con los estratos alto y bajo, con 24.09 y 19.60 %, respectivamente (Tabla XXII). Este tipo de residuos junto con los restos alimenticios y residuos finos tienen una densidad mucho más elevada en comparación con el resto de las fracciones (inorgánicos reciclables y no reciclables). Sin embargo, esto es sólo un acercamiento hipotético para tratar de entender el incremento en la GPC de RSD en el estrato intermedio.

La diferencia entre la GPC de RSU (1.39 kg/hab/día), y la GPC de RSD (0.84 kg/hab/día), equivalente a 0.55 kg/hab/día puede ser un indicativo indirecto de la generación de residuos proveniente de actividades de tipo comercial, turística, y de servicios públicos,

desarrolladas en la Ciudad de La Paz, incluyendo los residuos generados en instituciones públicas y privadas, oficinas, mercados, plazas, etc. La caracterización y determinación en peso de los residuos generados en el sector no doméstico no se determinaron a detalle en el presente trabajo, esto es a consecuencia del vacío en cuanto a su clasificación y a las deficiencias en los procedimientos metodológicos aplicables para obtener parámetros o índices representativos (Aviña-Hernández, 2011); además, se considera que la generación de RSD es más representativa, al constituir aproximadamente más de la mitad de la generación total de residuos, con porcentajes de generación alrededor del 55 al 80 % (Bernache-Pérez, 2006).

Además de las diferencias en la GPC de RSD entre los diferentes estratos económicos, también se observó que la GPC de residuos disminuye conforme aumenta el número de habitantes por hogar, y viceversa tiende a incrementarse cuando el número de habitantes por hogar disminuye. Este comportamiento (Figura 17) se observa con mayor claridad en el estrato intermedio con una GPC que va desde un promedio de 1.89 kg/hab/día en hogares con un habitante, hasta 0.22 kg/hab/día en hogares con ocho habitantes. En el estrato alto el rango oscila entre 1.28 kg/hab/día en hogares con un habitante hasta 0.73 kg/hab/día en hogares con siete habitantes. Por otra parte en el estrato bajo la tendencia al decremento en la GPC de residuos es más suave, en hogares con un sólo habitante se tienen tasas de generación de 0.61 kg/hab/día, mientras que en hogares hasta con diez habitantes fue de 0.37 kg/hab/día.

Con fines de comparación con otras localidades, se tiene que la Ciudad de La Paz presenta al igual que con la determinación de la GPC de RSU, tasas de GPC de RSD elevadas; son los estudios realizados en el Estado de Baja California, en ciudades como Mexicali, Tijuana y Ensenada los que presentan mayor similitud con las tasas de GPC de RSD en la Ciudad de La Paz con cifras que varían desde 0.79 kg/hab/día hasta 1.11 kg/hab/día (Ojeda-Benitez, 2008; Armijo-de Vega, 2009; Aguilar-Virgen, 2010; De La Parra-Rentería *et al.*, 2010). Por otro lado se tienen estudios de referencia en el centro del país, donde las tasas de GPC de RSD son más bajas, así por ejemplo en la zona metropolitana de Toluca, Estado de México, la generación es de 0.7406 kg/hab/día (SEMARNAT, 2003), en la ciudad de

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas es de 0.426 kg/hab/día (Escamiroso-Montalvo *et al.*, 2001), en la ciudad de Morelia, Michoacán es de 0.629 kg/hab/día (Buenrostro-Delgado *et al.*, 2003), en Chetumal, Quintana Roo es de 0.787 kg/hab/día (Guevara-Franco y Flores-Castillo, 2011), y en Tepic, Nayarit de 0.539 kg/hab/día (Saldaña-Durán, 2008).

Debido a que no es válido estadísticamente obtener un promedio en la GPC de RSD para los tres estratos, se recomienda que en estudios posteriores y proyecciones de planeación para el mejoramiento del sistema de manejo de residuos, se empleen las cifras particulares de GPC de residuos de acuerdo con el nivel económico en cada zona particular de la ciudad.

Otro aspecto a tener en cuenta de los resultados obtenidos tras la determinación de la GPC de RSD, es que la LGPGIR (2003), se queda corta en las definiciones y las atribuciones que señala para los generadores. Así pues, considera que un pequeño generador es una persona física o moral que genere una cantidad igual o mayor a 400 kg y menor a 10 toneladas en peso bruto total de residuos al año o su equivalente en otra unidad de medida, esto da un margen de generación diaria de residuos de entre 1.09 kg/hab/día y 27.39 kg/hab/día. De acuerdo con esto, se tiene que la GPC de RSD en la ciudad de La Paz en algunos de los estratos, se encuentra dentro del rango de pequeños generadores, así por ejemplo, el promedio en la GPC en el estrato intermedio es precisamente de 1.09 kg/hab/día, si a esto se suma que el promedio de habitantes por hogar es de 2.37, la generación promedio diaria en los hogares es de aproximadamente 2.58 kg/hab/día. Las implicaciones que tiene la declaración de la LGPGIR (2003) es que en algunos hogares de la Ciudad de La Paz, se estaría rebasando la tasa de GPC de residuos establecida para los microgeneradores, y que de acuerdo con esta misma ley en su artículo 23, se estipula que las disposiciones del título tercero no serán aplicables a los residuos peligrosos que se generen en los hogares en cantidades iguales o menores a las que se generan los microgeneradores, al desechar productos de consumo que contengan materiales peligrosos, lo anterior indica que en muchos hogares de la ciudad de La Paz, sobre todo aquellos que generen por encima de 1.09 kg/hab/día de RSD, las disposiciones del título tercero si serían aplicables a tales hogares.

Caracterización

Los resultados de caracterización de los RSD en la Ciudad de La Paz, demuestran que estos tienen una composición similar sólo en algunas de las fracciones de residuos, reportados para otras ciudades del país (Esquinca-Cano, 1997; Ojeda-Benítez, 2008; Aguilar-Virgen, 2010; Fierro-Ochoa, 2010). Es posible también observar similitudes en la composición porcentual de RSU reportados en estudios previos a nivel local (Martínez-Velázquez, 2005; IIRN, 2006), sin embargo también se presentan grandes discrepancias de tipo metodológicas y de logística lo cual las hace incomparables (Tablas XIII y XIV).

Para poder analizar la información obtenida en esta etapa y facilitar la comparación con otros estudios de caracterización realizados en diferentes ciudades del país, es importante tener en consideración que las 32 fracciones de residuos se agruparon en tres importantes categorías: reciclables, no reciclables y orgánicos.

Es precisamente esta última categoría de residuos, la que representó en la ciudad de La Paz, al igual que en muchas otras localidades del país y del mundo (Tabla XI), el elemento mayoritario en peso, representando cerca del 43 % del peso de los RSD, dentro de los cuales se incluyen los restos de alimentos y de jardinería con el 20.40 y 23.32 % respectivamente. Sin embargo, también se incluyen dentro de esta categoría a los residuos finos como la tierra, arena, grava y polvo, los cuales estrictamente no son considerados como residuos orgánicos, pero que en términos de practicidad resulta complicado separarlos previo a su disposición en contenedores donde se fomente la separación de residuos en la fuente, por lo anterior es que el porcentaje promedio en peso de esta fracción se incrementa hasta 56.9 %. Esta cifra se encuentra cercana a la estimada a nivel nacional por la SEMARNAT-SNIAR (2010), de 52.42 %, mientras que en localidades rurales de Chiapas tiene un promedio todavía a un mayor con el 64.65 % (Esquinca-Cano, 1997).

El porcentaje de residuos orgánicos contenidos en los RSD en la Ciudad de La Paz, sugiere que enormes beneficios podrían derivarse de un programa de separación fraccionada de residuos en la fuente para su posterior compostaje o bio-gasificación con la consecuente disminución del espacio necesario para su confinamiento en el relleno sanitario. Y es de

esperarse que conforme transcurra el tiempo, esta fracción de residuos se vea disminuida en su porcentaje en peso, aumentando por tanto la fracción inorgánica (Hernández-Barrios, 2003; SEMARNAT, 2003; Gutiérrez-Avedoy, 2006).

De considerarse únicamente los residuos generados en casas habitación, con una GPC promedio de 0.84 kg/hab/día y una población en la ciudad de La Paz de 224,455 habitantes, la generación de residuos orgánicos ascendería a 107.3 toneladas al día; pero si se consideran no sólo los RSD, sino los de tipo urbano, con el antecedente de una GPC de 1.39 kg/hab/día, la generación diaria de residuos orgánicos ascendería a aproximadamente 177.5 toneladas. Dado que también se estimó la densidad promedio para este tipo de residuos, equivalente a 263.91 kg/m³ (Tabla XXIII), el volumen estimado que ocuparían tales residuos en el relleno sanitario tanto de fuentes domésticas y no domésticas sería de aproximadamente 406.57 y 672.55 m³ al día, respectivamente. Para procesar estas grandes cantidades de materia orgánica, sería necesaria la instalación de una planta de compostaje (PdC), así pues como menciona Rodríguez-Salinas y Córdova-Vázquez (2006), por cada 10 a 30 ton/día de residuos orgánicos, es necesario contar con un predio de al menos 1 ha, por lo que el espacio necesario para procesar los residuos orgánicos en la ciudad de La Paz, sería de aproximadamente 13 o 14 hectáreas. Considerando que el tiradero controlado en la ciudad de La Paz, tiene una extensión aproximada de 50 hectáreas, podría ser una buena alternativa utilizar el espacio disponible dentro del predio. Sin embargo el espacio disponible no es la única limitante para el establecimiento de este tipo de instalaciones, sino otros factores económicos, ambientales, sociales, políticos y tecnológicos, que tendrían que considerarse a detalle en trabajos posteriores.

Entrando más a detalle en la fracción de residuos orgánicos, es importante resaltar las grandes diferencias que se presentan en los tres estratos en cuanto a la fracción de residuos alimenticios, así pues, en los estratos alto, intermedio y bajo, los porcentajes promedio de estos desperdicios son de 28.53, 20.71 y 11.95 %, respectivamente. Claramente el estrato bajo al contar con menores recursos económicos empleará de forma más eficiente y austera sus bienes para satisfacer sus necesidades básicas como es la alimentación, por otra parte, el estrato alto, genera 16.58 % más residuos alimenticios en comparación con el estrato bajo,

esto se debe a la facilidad que tiene su población, para adquirir una mayor cantidad de bienes de consumo y satisfacer sus necesidades básicas, dándose inclusive el lujo de desperdiciar los alimentos. Restrepo y Phillips (1985) reporta el mismo fenómeno en la ciudad de México, y de igual forma Buenrostro-Delgado (2003) en la ciudad de Morelia, Michoacán donde el estrato bajo produjo en promedio un 25 % menos residuos de comida que los otros dos estratos.

Los residuos finos, que en este trabajo han sido considerados dentro de la clasificación de residuos orgánicos, presentan grandes diferencias entre los tres estratos evaluados, así pues, en los estratos alto, intermedio y bajo, corresponden al 3.30, 14.08 y 22.05 %, respectivamente. En el estrato bajo, el porcentaje es muy elevado, esto indica que una gran cantidad de tierra, arena y grava está siendo incluida dentro de los residuos, debido a actividades propias de la limpieza de los hogares, como consecuencia de la falta de pavimentación y de las condiciones marginales y de pobreza dentro de sus viviendas, en las que en su mayoría no se cuentan con piso firme.

Los residuos de jardinería, pertenecientes también a la categoría de residuos orgánicos, no varían tan drásticamente entre los tres estratos, alto, intermedio y bajo, manteniendo porcentajes del 24.09, 26.28 y 19.60 %, respectivamente. Esto va en relación con la masa arbórea que predomina en estos sectores, así pues, en el estrato intermedio predominan grandes árboles y casas con patios amplios, en el estrato alto inclusive se cuenta con pasto y otros arbustos que dan lujo y detalles estéticos a las fachadas de los hogares, por el contrario en el estrato bajo, la vegetación es principalmente la autóctona, que se caracteriza por generar una menor cantidad de masa foliar.

En cuanto a la categoría de residuos inorgánicos, esta constituye aproximadamente el 41.49 % del total de los RSD. Esta categoría se componen a su vez de dos importantes fracciones, los residuos reciclables, y los no reciclables, con el 22.35 y 19.14 %, respectivamente. A nivel nacional, el porcentaje en peso de las fracciones de residuos reciclables y no reciclables es del 28 y 19 %, respectivamente (SEMARNAT, 2007), esto significa que la

cantidad de residuos reciclables en la Ciudad de La Paz es ligeramente menor con respecto a la media nacional.

De acuerdo con este estudio, el estrato alto es el que genera la mayor proporción en peso de residuos inorgánicos de tipo reciclable con un 23.74 %, en comparación con los estratos intermedio y bajo con 19.88 y 23.42 % respectivamente. Aparentemente el estrato bajo y el estrato alto generan un porcentaje similar de residuos reciclables, sin embargo, dentro de esta clasificación, se tienen diferencias en cantidad y calidad de residuos, puesto que algunos tienen mayor valor en el mercado. Así pues, en el estrato alto, residuos como el papel bond, papel de revista, cartón, latas de aluminio y de lámina, vidrio de color, y vidrio transparente se generan con porcentajes aproximados del 1.02, 0.62, 5.98, 0.47, 2.12, 2.66 y 3.34 %, respectivamente, tales porcentajes, representan las aportaciones más elevadas en comparación con las que se presentan en los otros dos estratos. La razón por la que en el estrato bajo el porcentaje de residuos reciclables es tan elevado, es porque generan un alto porcentaje, alrededor del 9.51 % de residuos reciclables como telas, retazos, trapos y otras prendas de vestir, los cuales pueden ser donados a este sector de la población en condiciones de reuso prolongado, raídos o desgastados, provocando que lleguen al final de su vida útil rápidamente. Este tipo de residuos también pueden ser adquiridos a precios bajos, debido a que en estos sectores de la población resulta muy común el establecimiento y la adquisición de este tipo de prendas en tianguis de segunda mano.

De acuerdo con el estudio realizado por SEMARNAT-SNIAR (2010), la generación de residuos como el papel y el cartón en México es de aproximadamente el 14 %, de los cuales entre el 8 % y 10 % corresponde al papel y entre el 4 y 6 % a cartón. Sin embargo en este trabajo el porcentaje promedio de generación para papel y cartón es de tan sólo el 2.28 y 3.89 %, respectivamente. Esto significa que en la ciudad de La Paz, la generación de papel y cartón es reducida en comparación con el promedio a nivel nacional, mostrando mayor similitud con Chiapas (Esquinca-Cano *et al.* 1997). Si se considera que la GPC de residuos a nivel doméstico es de aproximadamente 0.84 kg/hab/día y que la Ciudad de La Paz tiene una población de 224,455 habitantes, la generación de residuos como el papel y el cartón ascendería a 4.30 y 7.33 toneladas al día, respectivamente; por otra parte, si se consideran

no sólo los RSD, sino los de tipo urbano, tomando como consideración una GPC de RSU de 1.39 kg/hab/día, la generación de papel y cartón ascendería a aproximadamente 7.11 y 12.13 toneladas al día, respectivamente. Considerando que la densidad estimada para el cartón es de 38.15 kg/m³, el volumen de este residuo proveniente únicamente de casas-habitación así como de fuentes no domésticas sería de aproximadamente 192.14 y 317.96 m³/día, respectivamente.

Los porcentajes promedio de generación de residuos como el plástico tipo PET, PEAD y PEBD en los tres estratos es de 5.44 %, y es también uno de los residuos que se mantiene con menor variación en su porcentaje de generación en los tres estratos, con porcentajes del 5.58, 5.18 y 5.57 % en los estratos alto, intermedio y bajo respectivamente. Estos porcentajes muestran grandes discrepancias con fines de comparación con otros sitios, así por ejemplo SEMARNAT-SNIAR (2010) estima que a nivel nacional la el porcentaje de generación en peso de plástico es de aproximadamente el 10.89 %, mientras que SEMARNAT (2007) estima que es del 4 %. Por otro lado las cifras reportadas para la Ciudad de La Paz, muestran similitudes con la Ciudad de Morelia (Buenrostro-Delgado 2004, Tabla X). La cantidad de plástico generado a nivel doméstico y urbano en la Ciudad de La Paz, asciende aproximadamente a 10.25 y 16.98 ton/día, respectivamente ocupando un volumen de 421.4 y 697.3 m³, respectivamente

La estimación de la fracción de vidrio, en la Ciudad de La Paz, permitió determinar que el vidrio transparente es más abundante en comparación con el de color, con porcentajes del 2.82 y 1.75 % respectivamente, los cuales en conjunto representan el 4.57 % en peso de los RSD. El porcentaje en peso de generación de este tipo de residuos en el estrato alto, intermedio y bajo es de 6, 4.2 y 3.51 %, respectivamente. A nivel nacional la generación de vidrio es de aproximadamente el 6 % en peso (SEMARNAT-SNIAR, 2007). Del total de RSD generados en la Ciudad de La Paz, aproximadamente 5.32 y 3.3 ton/día corresponden a vidrio transparente y de color respectivamente, sumando un total aproximado de 8.62 toneladas al día. La característica particular de estos residuos es su densidad elevada, lo que hace que ocupen un menor espacio en comparación con el resto de los residuos reciclables,

así pues las masas de vidrio generadas diariamente ascenderían hasta 20.5 y 12.7 m³, de vidrio de transparente y de color, respectivamente.

Los metales (incluyendo latas de aluminio, hojalata y otros metales ferrosos y no ferrosos, representan el 1.73 % en peso de los cuales el 0.23 % corresponde a latas de aluminio y 1.50 % a latas de hojalata. En los estratos alto, intermedio y bajo, la composición porcentual de estas fracciones es de 2.59, 1.56 y 1.04 %, respectivamente (Tabla XXII). Esta diferenciación del porcentaje en peso para este tipo de residuos entre los diferentes estratos puede ser una consecuencia del acopio y acumulación que efectúan principalmente en los estratos de más bajos ingresos, debido al interés que se tiene por la venta de tales residuos en centros de acopio, con el objeto de obtener ingresos económicos adicionales. Las latas de aluminio son las que aparecen en menor proporción con 0.47, 0.21 y 0.02 % en peso en los estratos alto, intermedio y bajo, respectivamente, en cambio las latas de lámina, se generan en un 2.12, 1.35 y 1.02 % en peso en los estratos alto, intermedio y bajo, respectivamente, esto se debe principalmente a dos factores, las latas de lámina son relativamente más pesadas que las de aluminio y el precio de compra en los centros de acopio para este tipo de residuos son muy diferentes. Por ejemplo los precios promedio de compra del aluminio y de la lámina en centros de acopio ubicados en la Ciudad de La paz, son de \$16.75 y \$1.86/kg. Esta es una de las razones por las cuales las latas de aluminio escasamente figuran en los estratos bajo e intermedio, además el 40 % de las familias en el estrato bajo declararon efectuar algún tipo de separación de los residuos a nivel doméstico, queda claro entonces que la principal finalidad para este sector es el reutilizar o vender tales residuos para obtener un ingreso económico extra.

Conocer a detalle la clasificación de residuos inorgánicos no reciclables también conocida como “basura” resulta de gran importancia ya que en esta clasificación se agrupan una gran cantidad de residuos que son los que finalmente deben depositarse en las trincheras para su confinamiento en el relleno sanitario, esto es porque a pesar de que se implementen programas de reducción y reúso y reciclaje, siempre habrá una fracción de residuos que no resulte viable aprovechar desde el punto de vista económico, social y ambiental, y que se caracterizan también por tener tiempos de descomposición muy lentos, ejemplos de estos se

tienen al plástico de película, el unicel, poliuretano, envases de cartón tipo tetra pack o encerado, residuos sanitarios y pañales, residuos desechables como vasos, platos y otros utensilios, la cerámica, entre otros. De acuerdo con SEMARNAT (2007) esta fracción de residuos, representa el 19 % de los residuos generados a nivel nacional; por otra parte, SEMARNAT-SNIAR (2010) considera que esta fracción representa sólo el 12.11 % y de acuerdo con los resultados del estudio de caracterización en la Ciudad de La Paz, esta fracción representa el 19.14 % en peso de los RSD. Esto equivale a una generación de aproximadamente 39.2 ton al día, considerando que su densidad aproximada es de 74.21 kg/m³, entonces ocuparían un volumen aproximado de 528.20 m³ al día.

El plástico de película, que incluye los envoltorios tipo film transparente, las bolsas de plástico tipo camiseta empleadas para transportar los bienes adquiridos en supermercados y otros establecimientos comerciales, además de otras películas plásticas ligeras, se generan en una alta proporción en los estratos alto, intermedio y bajo con porcentajes del 5.78, 4.59 y 4.15 %, respectivamente. Este tipo de plástico, se genera en una proporción en peso muy similar al del plástico tipo PET, PEAD y PEBD el cual generalmente se encuentra en su presentación como botellas; sin embargo, el peso volumétrico del plástico de película es mucho menor que el de las botellas, por lo que el volumen que ocupan estas bolsas es mucho mayor, además de que causan una gran cantidad de efectos adversos al ambiente, sobre todo de tipo paisajístico por su ligereza y facilidad de transporte a grandes distancias (Fraire-Cervantes e Islas-Cortes, 2011).

El poliestireno expandido, mejor conocido como unicel, es otro residuo no reciclable que se diferencia en su generación porcentual en peso en los estratos alto, intermedio y bajo con porcentajes del 0.98, 0.47 y 0.49 %. Al igual que las películas plásticas, este residuo es muy ligero, por lo pequeños porcentajes en peso ocupan grandes espacios volumétricos para su confinamiento, es decir que aunque su peso no sea significativo con respecto al resto de los residuos, si es un residuo altamente contaminante (De la Parra-Rentería *et al.*, 2010); sobre todo se deben tener en consideración las implicaciones que conlleva su degradación bajo el método de confinamiento en el relleno sanitario. Como se puede observar, es el estrato alto el que genera una mayor proporción de este tipo de residuos, posiblemente a consecuencia

de los hábitos alimenticios y ritmo de vida de sus habitantes, quienes pueden adquirir con mayor facilidad comida preparada en restaurantes, mientras que en los estratos intermedio y bajo, los alimentos se preparan en casa con el fin de reducir costos.

Los residuos desechables como vasos, platos, cubiertos y otras envolturas de alimentos con empaques de polipropileno, se generan en los estratos alto, intermedio y bajo con porcentajes en peso del 2.76, 1.64 y 1.38 %, respectivamente. Estos empaques y artículos desechables al igual que el unicel y las películas plásticas también se caracterizan por su ligereza y han venido permeando en la sociedad paceña, promovándose ampliamente su adquisición, debido a la escasez de agua en la región, la facilidad que brindan durante la realización de eventos, festejos, reuniones, así como para la prestación de servicios, y también por la seguridad momentánea que brindan a los alimentos, tanto de comida rápida como productos empacados para su conservación por largos periodos al ser herméticos y sobre todo ligeros. La alta generación de este tipo de residuos, es un reflejo de la tendencia misma al consumo de estos productos, la falta de conciencia e indiferencia al momento de seleccionar los mejores productos disponibles en el mercado con materiales que causen el menor impacto al ambiente. Esto pudo observarse en las respuestas que dieron los entrevistados en los tres estratos con respecto a sus hábitos de consumo en relación a sus preferencias al seleccionar los productos y sus embalajes, así pues, destacan con un promedio en los tres estratos la adquisición de artículos sin preferencias o desechables con el 50.8 y 24.9 %, respectivamente, dejando de lado a los empaques reciclables, reusables y la abstención en su uso con el 14.4, 7.8 y 3.5 %, respectivamente (Anexo 45).

Los envases de cartón multilaminado tipo tretra-pack y otros empaques de cartón encerado, se generan en los estratos alto, intermedio y bajo con porcentajes de 1.84, 1.16 y 1.09 %, respectivamente. Nuevamente, es el estrato alto el que genera una mayor proporción en peso de residuos, sobre todo al tratarse de bienes de consumo que satisfacen una necesidad básica como es la alimentación de sus habitantes. Este tipo de cartón lamentablemente no tiene mercado local para su reciclaje, así como tampoco para su transporte fuera del estado. Sin embargo, no sólo es en Ciudad de La Paz donde se dificulta su aprovechamiento, sino que generalmente el reciclaje de este tipo de empaques fabricados a base de diferentes

materiales se dificulta, es por ello que la fabricación de este tipo de empaques debería ser cada vez más restringido por la legislatura mexicana.

Dentro de esta categoría, también sobresale la variación en la generación de pañales desechables, en los estratos, alto, intermedio y bajo, las cifras son de 0.66, 3.48 y 6.96 %, respectivamente. Lo anterior es un indicativo de las altas tasas de reproducción y consecuentemente de crecimiento poblacional en el estrato con menores ingresos. En cuanto al uso de papel, toallas y otros residuos sanitarios, la proporción en peso se mantiene similar en los estratos alto e intermedio, con el 5.12 y 5.32 % respectivamente, sin embargo en el estrato bajo es más bajo, con el 3.05 %.

Se recomienda posteriormente se realicen nuevamente en la Ciudad de La Paz, más estudios de caracterización y determinación de la GPC de RSD en diferentes temporadas del año para conocer sus variaciones estacionales; en EEUU por ejemplo suelen realizarse estos estudios en 4 diferentes fechas al año (Staley y Morton, 2009), en todo caso, deberán contemplarse también las diferenciación por estratos socioeconómicos, e incluir el mismo o un mayor número de fracciones de subproductos, entre otras variables metodológicas, esto con el fin de poder hacer comparaciones en el transcurso del tiempo.

Densidad

La determinación de la densidad de las diferentes clasificaciones y fracciones de residuos es fundamental para estimar el volumen que representan estos residuos sin compactación, sobre todo con el objetivo de fundamentar una recomendación acertada en cuanto al tipo y número de fracciones idóneas para la separación de residuos en la fuente, y su vez ayude también a estimar los requerimientos en infraestructura no sólo para el manejo en peso de los residuos sino de su volumen mismo y el espacio que ocupan en las diferentes etapas para su manejo.

Para los residuos en masa, se estimó una densidad de 130.97 kg/m^3 , esta cifra coincide con las reportadas en Pijijiapan, Chiapas, el Estrato alto en Toluca y en Veles, Macedonia, con 137.35 , 143.26 y 140.50 kg/m^3 , respectivamente (Hristovski *et al.*, 2007; Esquinca-Cano *et al.*, 1997; y Hernández-Barrios, 2000). Dada la baja densidad de estos residuos, no se

recomienda la sustitución de los camiones compactadores empleados actualmente en la ciudad, por camiones de carga desprovistos de este mecanismo, ya que esto traería consigo serias implicaciones en la vida útil del sitio de disposición final, reduciéndose significativamente su vida útil; de igual forma los gastos de transporte, por factores como el tiempo, combustible y salario de los trabajadores puede verse incrementado cuando los camiones no efectúan una compactación efectiva a los residuos. Normalmente los residuos una vez compactados en el camión pueden alcanzar una densidad de hasta 550 kg/m^3 , y en el relleno desde 750 hasta $1,000 \text{ kg/m}^3$ (Acurio *et al.*, 1998; Armijo-de Vega, 2006). De ahí la importancia de llevar cabo la compactación de los residuos incluso desde la etapa de pre-recolección en manos de los mismos generadores.

La cifra de densidad de los residuos en masa, se intentó relacionarla con la capacidad volumétrica de 20 m^3 que se sabe tienen de las unidades de recolección, sin embargo, el resultado fue menor al esperado, es decir, una cifra cercana a 2.62 toneladas, comparado con la experiencia en la práctica, que indica una capacidad promedio de las unidades de recolección de 4.61 ton (con variaciones entre 2.6 y 6 ton/unidad), por lo cual se infiere que la no compactación de los residuos durante el estudio de caracterización, arrojó datos que únicamente pueden ser empleados para planificar las etapas de manejo de residuos previas a su recolección y transporte. Es por ello, que se recomienda efectuar estudios avante que consideren la determinación de la densidad de las diferentes fracciones de residuos una vez que hayan sido compactados en los camiones recolectores, ya que es posible que los camiones amplíen su capacidad a más del doble en peso de residuos, dependiendo claro de la fracción en particular y la naturaleza de sus componentes, lo cual permitiría que una mayor cantidad de residuos sean transportados en las unidades.

Estudio de la pre-recolección

Como se declaraba anteriormente, la pre-recolección de residuos en la Ciudad de La Paz, se efectúa principalmente en masa, esto es tanto una consecuencia de la falta de aplicación de un instrumento legal a nivel nacional y de la ausencia de instrumentos legales a nivel municipal o local que incentiven la separación de residuos en la fuente. El único

instrumento legal con aplicación a nivel nacional que obliga a efectuar la separación de residuos en dos fracciones (orgánicos e inorgánicos), es la LGPGIR (2003), en su artículo 18. Sin embargo, aunque se declare obligatoria esta iniciativa es inoperable ya que los responsables del manejo de residuos, en este caso el municipio a través de la DGSPM, así como también los servidores particulares y privados no cuentan con la infraestructura mínima necesaria para recolectar, transportar y dar un tratamiento adecuado a los residuos separados en la fuente.

A nivel local, tampoco existe ningún instrumento legal que especifique a detalle cómo efectuar la separación de residuos, así como tampoco las características que deben tener los recipientes para manejar los residuos de forma diferenciada, o que ayuden al menos a disminuir la contaminación por la mezcla misma de los residuos, es común por tanto, que cada hogar, institución, oficina y/o empresa, seleccione a su criterio, de acuerdo a su gusto, comodidad, facilidad de uso, o capacidad económica para adquirir contenedores estéticos o que satisfagan sus necesidades volumétricas de generación; se pueden encontrar por tanto en la Ciudad de La Paz una amplia variedad de contenedores tales como jabas de madera o plástico, cajas de cartón (de diversos tamaños), baldes, tibores de metal o plástico con capacidad desde 30 a 60 litros, bolsas negras, bolsas de camiseta, contenedores fijos de canastillas, entre otros.

La forma manejo de residuos que efectúan la DGSPM así como otros prestadores del servicio de recolección y transporte particulares y privados, provoca el desánimo en los generadores para separar los residuos en la fuente, de igual forma genera empatía o falta de compromiso por parte de los generadores para promover un cambio gradual con implicaciones a gran escala. Esto es porque los generadores reconocen que aunque lleven a cabo una separación de los residuos a nivel doméstico, estos últimos terminarán siendo mezclados por los trabajadores del servicio de recolección, y serán transportados en una misma unidad, y finalmente serán dispuestos en un sitio para su disposición final de forma permanente. La creencia popular, es que los residuos son separados por pepenadores, por lo cual no hay la necesidad de separarlos, y que además de esta manera se les proporciona trabajo y recursos económicos a estos grupos vulnerables de la sociedad. Sin embargo, esta

forma de pensar de los ciudadanos y en general la forma en que se manejan los residuos, dificulta enormemente su posterior identificación, separación, reaprovechamiento y provoca una disminución abrupta en los precios de compra de los residuos reciclables, por encontrarse en condiciones inadecuadas (sucios, contaminados, y deformados).

Otra de las causas más importantes de la inoperancia de la pre-recolección fraccionada, es la falta de educación ambiental y de cultura general con respecto al tema. El cuestionario de evaluación, permitió reconocer la percepción que tiene la población sobre la importancia de separación de residuos, los resultados fueron favorables ya que un promedio encima del 86 % de los participantes en los tres estratos lo considera de gran importancia; sin embargo la separación que realizan realmente en el hogar es baja, puesto que sólo un promedio del 35 % de los entrevistados en los tres estratos respondió afirmativamente realizar esta práctica. La participación fue más elevada en el estrato bajo, con el 40 %, probablemente este último estrato declare tener una mayor participación en la separación de residuos, debido a que obtienen ingresos económicos adicionales tras la venta de residuos inorgánicos reciclables como el plástico, cartón y metales en centros de acopio o incluso con el objetivo de apoyar a familiares o amigos que acuden a instituciones de educación básica donde se llevan a cabo concursos o campañas de acopio de residuos reciclables. Los entrevistados que respondieron llevar a cabo la separación de residuos mencionaron también que lo hacían para aprovechar la fracción orgánica principalmente proveniente de los alimentos, ya sea para alimentar conejos, perros y otras mascotas y también para la elaboración de composta. La población en la Ciudad de La Paz tiene menos arraigada la separación de residuos en comparación de las comunidades rurales de municipios de Hidalgo, donde se efectuó un estudio similar y el 53 % de los encuestados respondieron separar los residuos alimenticios, para alimentar animales domésticos y de corral (Sánchez-Olguín, 2007).

Otra de las preguntas del cuestionario, contempló las opciones a las que recurren los habitantes para eliminar los residuos, como resultado se obtuvo que el 0.85 % de los participantes en el estrato bajo aún desarrolla prácticas como la quema y el entierro de residuos, justificando que cuentan con un sistema de recolección y transporte de residuos ineficiente que no satisface las necesidades de la zona. Lo anterior coincide con lo expuesto

por Martínez-Velázquez (2005) con respecto a las prácticas de entierro y quema de basura en esta zona de la ciudad. Este tipo de prácticas se siguen presentando en la Ciudad de La Paz, a pesar de que en el artículo 67 del reglamento de aseo y limpia del municipio de La Paz, se estipula que queda prohibida la quema a cielo abierto de todo tipo de residuos.

Aviña-Hernández (2011) realizó un estudio con tablas de contingencia a partir de la ENIGH (1996-2008) del INEGI, con datos obtenidos a través de Censos generales de población y vivienda en todo México. En su trabajo se estudia la relación que existe entre el ingreso per cápita con variación desde 1 hasta 10 S. M. con la eliminación de residuos sólidos, con diferentes alternativas, tirarlos en contenedores para su posterior recolección por un camión, quema, entierro, disposición directa en tiradero público, disposición en tiradero irregular, disposición en río, lago o barranca, entre otros. Sus resultados muestran que en 1996 y 2010, la población que utiliza el servicio público de recolección fue de 66.9 y 78.65 %, respectivamente. Esto ubica a la Ciudad de La Paz, con un mejor servicio en su cobertura a un mayor número de habitantes. A su vez, Aviña-Hernández (2011) también encuentra que la práctica de quema de la residuos ha venido disminuyéndose con el transcurso del tiempo, así pues en 1996 y 2010 se tienen porcentajes del 25.3 y 14.51 %, respectivamente.

De acuerdo con la participación de los habitantes en los tres estratos, 2 de cada 10 habitantes consideran a la basura como uno de los problemas ambientales más importantes en su localidad, anteponiéndose en primer lugar de importancia por ejemplo, el descuido de mascotas (Anexo, 40); lo anterior es una muestra de la poca importancia que atribuyen los habitantes de la Ciudad de La Paz al manejo adecuado de los residuos, quienes únicamente se ven afectados al no ser atendidos periódicamente por el servicio público o privado de recolección. Aquí viene bien a colación lo que menciona Padilla Massieu (1992), quien considera que se ha caído en el error (incluso legal) de recolectar los residuos a los generadores, permitiendo así la generación desmedida, creyéndose los mismos generadores, en la libertad de generar cuanta cantidad y variedad de residuos les sea posible, sin ningún límite que legalmente se los impida, la única limitante que les puede impedir la generación desmedida es su capacidad para adquirir bienes y desecharlos cuando así lo decidan,

desligándose a su vez de toda responsabilidad, obligación o compromiso para con la sociedad, el ambiente y su misma economía al reducir, reusar, organizar y entregar de forma adecuada los residuos para su posterior aprovechamiento y disposición final.

Muy ligada a esta actitud, también se encuentra la disponibilidad con respecto al pago del servicio, la cual resultó negativa, sólo un promedio del 43.8 % de los entrevistados en los tres estratos respondieron afirmativamente, esto puede ser a consecuencia de la débil participación en el manejo de los residuos en la que se ha involucrado a la sociedad, puesto que generalmente consideran que el problema compete únicamente a las municipalidades (Acurio *et al.* 1998). En esta investigación, el esfuerzo para conocer la disponibilidad a pagar por el servicio fue meramente exploratorio, podría considerarse incluso como un estudio preliminar, de poco rigor sobre la disposición para pagar por el servicio de limpia, recolección y transporte. No obstante lo limitado y condicionado de la metodología, la información que arroja este análisis es interesante. El gobierno municipal podría en todo caso analizar detenidamente el perfil de costos del servicio que presta con la finalidad de iniciar programas voluntarios en que los usuarios asuman una parte del costo del servicio o el monto de contribución a través de los impuestos asignado para este rubro, regrese al municipio o a nivel Estatal desglosado.

Favorablemente, un promedio del 75 % de los participantes en los tres estratos reconocieron que son las actividades desarrolladas a nivel doméstico, la principal causa de generación de residuos en su localidad, esta es una proporción importante, puesto que los habitantes reconocen de forma indirecta el impacto que pueden tener a gran escala, si cada uno de ellos colabora con nuevos sistemas de manejo de residuos.

En cuanto a la disponibilidad de participar en nuevos programas de manejo de residuos que involucraren la separación de residuos en la fuente, la respuesta fue favorable, dado que en promedio por encima del 80 % de los entrevistados en los tres estratos respondieron afirmativamente por una separación ya sea en dos o en tres fracciones. En comparación con el trabajo de Sánchez-Olguín (2007) en comunidades rurales de municipios de Hidalgo, el 97 % de la población asegura que estaría dispuesto a participar en un programa de manejo

de residuos separando los mismos en diversas fracciones. Algunos de los entrevistados en la ciudad de La Paz, respondieron que la razón por la cual estaban a favor de la separación de la basura era por simple obligación, estas personas reconocieron la responsabilidad que tienen por la generación de residuos y la falta de cultura colectiva para la de separación de los mismos. Estas cifras de disponibilidad de participación en nuevos programas de manejo de residuos con pre-recolección fraccionada, coincide con las cifras de la población que considera de gran importancia la separación de residuos en la fuente. Sin embargo, de las dos opciones disponibles, la preferencia fue ligeramente superior para la separación en dos fracciones debido a la sencillez y facilidad para reconocer y manipular tales fracciones, mayor higiene, un mayor aprovechamiento de residuos reciclables a partir de la basura en beneficio del ambiente, como parte del fomento a la cultura y el beneficio económico para los pepenadores, fueron parte de la justificación expresadas por los participantes. En cambio, las razones expresadas para la no aprobación de un nuevo programa de manejo de residuos en dos fracciones fueron principalmente por la pérdida y/o falta de tiempo, y el hecho de no estar en casa. En cambio cuando se les preguntaba la disponibilidad para separar la basura hasta en tres fracciones, las personas que respondieron a favor del nuevo programa justificando su respuesta en la creación de una nueva cultura sobre la basura, y la mejora del ambiente. Las respuestas en contra las justificaron por ser un sistema más complicado, en comparación con la separación en dos fracciones, además de la pérdida y/o falta de tiempo.

En cuanto a los resultados del ejercicio de evaluación para la identificación de las fracciones contenidas en los RSD, se tiene que un porcentaje elevado por encima del 69 % en promedio en los tres estratos reconoce fácilmente los residuos orgánicos, reciclables, no reciclables y peligrosos. El estrato alto presentó el mayor porcentaje de aciertos (84 %), lo cual puede ser un indicativo del nivel de escolaridad y formación académica que les permite identificar fácilmente las fracciones de residuos en comparación con los estratos bajo e intermedio (62 y 63 % respectivamente). Es importante que a nivel local, se implementen programas de difusión y educación ambiental que incrementen la facilidad de reconocimiento de las diferentes fracciones de residuos, puesto que aún prevalece en un 30-

40 % de la población el desconocimiento de las fracciones más importantes contenidas en los RSD.

Al dar inicio a una campaña de educación ambiental es importante aclarar conceptos básicos como son el nombre y las fracciones de residuos más importantes que los componen, así como sus restricciones. Títulos de fracciones tales como orgánico, inorgánico, reciclable, no reciclable, y peligrosos, entre otros; deberán especificarse a través de ejemplos sencillos que permitan hacer reproducible su identificación en actividades cotidianas, incentivando su separación.

El trabajo que se espera desarrollen los medios locales de difusión es importante sobre todo a través de la radio y la televisión ya que aproximadamente el 97.9 % de los hogares cuentan con este servicio, además de que se deberá buscar el uso de otros medios alternativos para ofrecer un mayor número de estrategias publicitarias, por ejemplo es una ventaja que aproximadamente el 53.3 % de los hogares en la ciudad cuenten con computadora y el 44.4 % con servicio de internet.

De iniciarse un nuevo programa de manejo de RSU en la Ciudad de La Paz, es conveniente que el número de fracciones considerado en un inicio sea reducido, idealmente será de dos fracciones, orgánicos e inorgánicos, sin embargo deberá promoverse la identificación de los residuos reciclables contenidos en la fracción de inorgánicos con el objetivo de incentivar su entrega ya sea en centros de acopio, supermercados o para su entrega por el camión recolector diferenciados de los residuos no reciclables.

Recolección y transporte de residuos

De la información obtenida durante la etapa de generación, se sabe que la generación diaria de residuos en la Ciudad de La Paz, es de aproximadamente 312 toneladas (estimado anualmente), sin embargo la información disponible sobre la recolección y transporte de residuos durante el bimestre agosto-septiembre de 2011, muestra un promedio aproximado en la recolección y transporte de residuos de 255 y 58 toneladas por parte del servicio público y privado respectivamente, lo que es equivalente a un total de 313 toneladas al día.

El análisis de la información, permitió observar que los montos de recolección y transporte de residuos durante toda la semana no son equivalentes, así se tiene que aunque se generen en promedio 255 toneladas al día, la recolección los primeros tres días de la semana (lunes, martes y miércoles) las DGSPM tiene actividades más intensas, con una recolección promedio de 342.65 toneladas; mientras que los días jueves, viernes y sábados la recolección de residuos disminuye a 231.88 toneladas, los montos elevados sobre todo los primeros tres días de la semana, sirven para reponer la falta de servicio el día domingo en el cual únicamente se recolectan en promedio 30.3 toneladas.

Considerando que se generan en promedio 312 toneladas de residuos al día, el número de viajes requeridos para recolectar tales residuos es de 67 aproximadamente, esto es considerando que un camión recolector tiene una capacidad de hasta 4.61 toneladas en promedio, sin embargo, en realidad el promedio es de 54.21 viajes al día, esta diferencia se debe a que los primeros días de la semana, lunes, martes y miércoles, las actividades de recolección y transporte son más intensas con un número de 71.74 viajes aproximadamente, mientras los días jueves, viernes y sábados el número de viajes desciende hasta 49.51, y los días domingos es de tan sólo 8.88 viajes en promedio.

Considerando que en promedio al día se requieren aproximadamente 1,460.31 litros de diesel, y que el precio promedio del diesel es de \$11.00, diariamente el gasto de recolección es de aproximadamente \$16,063.41 pesos. Esta cifra se puede relacionar con la disponibilidad de unidades por habitantes, equivalente a 11.13 unidades por cada 100,000 habitantes y el número promedio de viajes que efectúan al día y la generación promedio de residuos por familia. Esto es con el objetivo de obtener una tarifa de cobro por el servicio de recolección de residuos. A través del cuestionario de evaluación, se obtuvo una cuota mensual de preferencia, con un promedio en los tres estratos, menor a \$10.00, seguido por la opción entre \$20.00 y \$50.00 con un porcentaje del 34.0 y 29.5 % respectivamente.

La división por sectores establecida en la década de los 90's en la Ciudad de La Paz ha sido sobrepasada en la demanda del servicio, sobre todo considerando el crecimiento experimentado en los últimos cinco años, donde el crecimiento de la ciudad ha sido

principalmente en el sector III por lo que la infraestructura con la que cuenta el municipio no ha podido seguir el ritmo de crecimiento de la demanda. Actualmente el servicio público satisface la demanda de recolección y transporte del 81.4 % del total de residuos que ingresan al relleno sanitario, sin embargo, hace aproximadamente 18 años este sector ofrecía un servicio del 94.42 %, con variaciones mensuales entre el 92 y 95 % (Avilés-Matus, 1995). Esto nos indica el rezago en cuanto a infraestructura del servicio público para dar cobertura a la ciudad de La Paz, lo cual ha llevado al municipio a incrementar el otorgamiento de concesiones a empresas privadas hasta del 13 % en los últimos 18 años.

El cuestionario de evaluación permitió reconocer que el 9.8 % de los entrevistados en el estrato alto no cuentan con el servicio público de recolección y transporte de residuos, por lo cual demostraron su molestia ante tal situación, debido a que viven en complejos residenciales de tipo privados donde el municipio no tiene acceso para la prestación del servicio. Este déficit en la prestación del servicio público por tanto debe ser compensado por la participación del sector privado en zonas residenciales. Los resultados obtenidos en cuanto al servicio público de recolección que se brinda en el estrato bajo concuerda con lo publicado por Aviña-Hernández (2011), quien menciona que existe una diferenciación del servicio de recolección y transporte en función de las características sociodemográficas y económicas de las zonas donde se ubican los hogares, así por ejemplo en las localidades fuera de la cabecera municipal, en zonas con índices altos de marginación o localidades de menor tamaño se percibe un servicio ineficiente que puede ser atribuido a cuestiones tanto de costo económico (mayor requerimiento de gasolina y desgaste de camiones por las distancias, dificultades geográficas, etc.), como de costo político, ya que existe un interés de los responsables, es decir de los presidentes municipales y sus subalternos por tener una buena imagen de los servicios que brinda el ayuntamiento mediante una cobertura amplia y frecuencia regular del servicio de recolección en zonas con mayor población, visibilidad o ingresos. Así pues se dice que los chóferes van donde dan mejores propinas o hay mejor basura.

En la Ciudad de La Paz, es de considerarse una ventaja con respecto a otras ciudades del centro del país principalmente, que aún no se incentive la modalidad de cultura del pago

entre los usuarios a los recolectores a modo de propinas, si esto llega a ocurrir, es esporádico por ejemplo durante la época decembrinas, con la justificación de pagar un aguinaldo simbólico a los ayudantes y operadores de los camiones recolectores.

En los estratos se cuestionó sobre la cobertura del servicio público de recolección y transporte de residuos, con lo cual se pudo observar que este servicio tiene una amplia cobertura en los tres sectores, con un promedio del 95.1 %, sin embargo aún no se tienen datos respecto a las distancias y tiempos de recolección. Lo anterior contrasta con lo reportado por Sánchez-Olguín (2007), en comunidades rurales de municipios de Hidalgo, donde sólo el 67 % de los encuestados cuenta con servicio de recolección mientras que el 29 % incinera los residuos por no contar con dicho servicio, el 3 % lo traslada a algún depósito y el 1 % lo deposita en el vertedero. El promedio a nivel nacional en recolección es del 75 %, (Careaga, 1997), en grandes ciudades es del 89 % (Acurio *et al.*, 1998), por lo que el servicio que se ofrece en la Ciudad de La Paz, se considera adecuado.

En este sentido, resulta muy favorable también la percepción que tiene la sociedad acerca del servicio que ofrece la DGSPM, ya que el 68.5 % de los entrevistados en los tres estratos lo califica como bueno, y en términos más sencillos, el 90 % se considera satisfecho con el servicio.

Sin embargo es de reconocerse que aún hay muchos aspectos en los cuales se puede mejorar, uno de ellos es la capacitación al personal, por ejemplo para el uso adecuado del equipo de protección personal asignado a las tareas de recolección y transporte, quienes generalmente se reusan a su uso a pesar de que se les proporciona por las autoridades competentes. Esta obligación queda asentada en el artículo 27 del reglamento de aseo y limpia local.

Al igual que en el resto del país, la frecuencia de recolección de residuos en la Ciudad de La Paz es predominantemente bi-semanal, es decir, de cada 2 o 3 días, con un promedio en los tres estratos del 84 %, en comparación a nivel nacional es del 37.5 y 45.3 % en 1996 y 2008, respectivamente (Aviña-Hernández, 2011).

Aprovechamiento

Es importante destacar, que en México a pesar de la relación tan estrecha que tienen los centros de acopio con el MRSU, estos sitios aún no han sido definidos en ninguna normatividad ambiental vigente. Sin embargo los centros de acopio son únicamente una arista del problema, ya que en general, existe en la legislatura mexicana un importante rezago, al no establecer de forma clara la manera en que todos los actores involucrados en la generación de residuos pueden cumplir con la responsabilidad compartida tal como lo enuncia en la LGPGIR (2003).

Como se mencionó anteriormente, otros países con mejores sistemas de manejo de residuos, han promovido un cambio estructural que permite a los productores, comerciantes y los mismos consumidores involucrarse en el manejo de los residuos y a su vez promueven la reducción, reúso y reciclaje de los mismos, ya sea con sistemas de depósito, devolución y retorno, o mediante sistemas integrados de gestión.

Dado que ese tipo de cambios estructurales se desarrollan a nivel nacional, para el caso de B. C. S. y particularmente para la Ciudad de La Paz, donde la mayoría de los productos y bienes de consumo son transportados desde el centro del país o del extranjero vía marítima o aérea, sería necesario flexibilizar al menos el transporte de residuos generados localmente hacia otros Estados del país donde se puedan reincorporar a un nuevo ciclo productivo en la industria del reciclaje, esto se puede hacer mediante la reducción o prescindiendo de los impuestos aduanales, el flete u otros gastos burocráticos que limitan la rentabilidad del negocio, incluso para el acopio y transporte de residuos reciclables, no se diga más para su aprovechamiento. También se debe buscar la posibilidad de incorporar dentro del monto que paga el consumidor por un producto determinado, el gasto correspondiente para su aprovechamiento una vez que se convierte en residuo, de esta forma el consumidor puede acumular montos de residuos y posteriormente canjear en centros de acopio lo correspondiente a su pago por el bien adquirido; si así no lo desea el consumidor, puede incluso darse el lujo de no acopiar y acumular tales residuos, pero entonces el sector informal de la economía a través de pepenadores o el mismo municipio puede prestar

mayor interés en la recuperación de tales residuos, puesto que tienen un valor de retorno, ya pagado por el consumidor.

Finalmente lo que se busca es flexibilizar el sistema para que se promueva el desarrollo de programas que ayuden a valorizar los residuos reciclables, tales como el plástico, vidrio, cartón, papel, y metales. Esto puede ser también mediante la instalación de un mayor número de centros de acopio distribuidos en amplias zonas de la ciudad, de manera que a los generadores se les facilite su entrega. Debe tenerse en consideración que para promover la separación de residuos debe existir un interés de por medio, generalmente de tipo económico.

Benjamín-Loyola (2011), considera que en México, la Secretaría de Hacienda debe realizar cambios fiscales que incluyan un sistema de reducción en los gastos de las empresas que se dedican al acopio y compra de residuos reciclables, además de que los pepenadores no facturan y fiscalmente están en desventaja porque no pueden deducir los costos que representa la compra de esos residuos.

En la Ciudad de La Paz, el departamento de Ecología Municipal, no ha establecido claramente los requisitos que deben cumplir los centros de acopio de residuos reciclables establecidos en su circunscripción territorial, y mucho menos los subsidios, apoyos para la agilización de trámites o incentivos fiscales que promuevan su desarrollo. Todo esto es a consecuencia de que la normatividad ambiental mexicana aún no ha definido especificaciones particulares para este tipo de establecimientos, dejando abierto a interpretaciones la forma de manejar los residuos por no saber establecer siquiera si residuos como el papel, cartón, plástico, metales y vidrio los cuales han sido potencialmente mezclados con otros residuos, competen a la clasificación de tipo urbano, peligroso o de manejo especial cuando superen las 10 toneladas de acopio, por ejemplo. La posibilidad de considerárseles como RP es una medida de tipo precautoria, aunque es obligatoria para residuos como los metales impregnados con materiales combustibles como aceites, lubricantes, o acumuladores para autos, y queda en duda tratándose del vidrio en

forma de polvo debido a que es muy abrasivo, así como también las virutas de metales, entre otros residuos que pueden ser punzo cortantes, o inflamables.

El único apartado donde la LGPGIR (2003) hace alusión a los centros de acopio es en su capítulo iii, artículo 106, inciso I y subsiguientes referente a infracciones y sanciones administrativas enfocada a RP, dejando un abismo normativo para los RME o RSU; señala que serán sancionadas las personas que acopien, almacenen, transporte, traten o dispongan finalmente RP sin contar con la debida autorización para ello, claramente esta obligación debería ser aplicable tanto para RSU como para RME.

A nivel local, es el reglamento de aseo, limpia, desechos peligrosos y potencialmente peligrosos del municipio de La Paz, el único instrumento legal que toma en cuenta los centros de acopio, al mencionar en su artículo 25 que las plantas industrializadoras de basura y/o desperdicios a cargo de particulares, se instalaran en los lugares autorizados bajo condiciones que no generen contaminantes de ninguna índole y estarán sujetos a la LGEEPA y sus reglamentos vigentes, así como a las normas y reglamentos que expida al ayuntamiento. Para tal efecto, el ayuntamiento propondrá a las autoridades competentes medidas fiscales que faciliten la instalación, operación, funcionamiento y multiplicación de estas instalaciones, así como medidas coadyuvantes al saneamiento y control de la contaminación ambiental.

Dada esta situación el departamento de ecología municipal, ha optado únicamente por solicitar a los centros de acopio que cumplan con el Plan de Desarrollo Urbano Municipal por la gravedad de los efectos que pueden generar considerando su proximidad a escuelas, hospitales y avenidas principales, entre otros espacios públicos; previendo también las tendencias de expansión de otros asentamientos. Únicamente tratándose de empresas que efectivamente manejen residuos peligrosos recae sobre ellos toda la normatividad ambiental mexicana asentada principalmente en la LGPGIR (2003) y la LGEEPA (1988). El departamento de ecología municipal también solicita a las empresas una lista de los RP que manejan, un programa para su manejo, la lista de las empresas recolectoras para su destino final y el medio de transporte empleado. Además que durante la visita al establecimiento corroboran que tales residuos no entren en contacto directo con el suelo (solicitan el empleo

de tarimas de madera u otro aislante físico), construcción de canaletas para contener fluidos en caso de derrames, entre otras medidas. Además también se solicita cumplan con lo estipulado por la dirección de protección civil, este último, si tiene claramente establecidos los requisitos basados en normas oficiales mexicanas, como la NOM-001-SEDE-2005, NOM-002-STPS-2000, NOM-004-SEDG-2004, NOM-005-STPS-1998 y NOM-030-STPS-2009, todas ellas en relación a aspectos de seguridad, como la instalación de botiquín de primeros auxilios, colocación de extintores, instalación de alarmas contra incendios, señalización de salidas de emergencia, elaboración de programas internos y planes de contingencia, entre otros.

Como es de esperarse gran parte de los centros de acopio no cumplen con la normatividad ambiental vigente por parte del Departamento de Ecología y Desarrollo Urbano, y además esta institución no favorece la aplicación de un sistema de monitoreo para inventario de los montos de comercialización, y condiciones de trabajo de estos sitios.

Al igual que como lo declara Armijo-de vega (2006) para en México, en la Ciudad de La Paz, la recuperación de residuos reciclables es mínima, de lo cual se tiene escasa información de su contribución, y el suministro de tales residuos a la industria es a través del sector formal, predominantemente de tipo informal de la economía; para los pepenadores esta actividad representa un medio de subsistencia, mientras que los ayudantes de los operadores de los camiones recolectores, sólo incrementa sus ingresos. Sin embargo, una importante porción de los residuos reciclables con alto valor en el mercado como los metales son separados en la fuente por los generadores y pequeños y medianos empresarios con el objeto de obtener ingresos económicos por la venta de los mismos.

Pepenadores, amas de casa, empresarios, pequeños y grandes comercios, instituciones públicas, constituyen los principales proveedores de residuos reciclables para los centros de acopio. Estos proveedores son quienes separan, almacenan y venden residuos reciclables a los centros de acopio, mientras que estos últimos funcionan únicamente como intermediarios entre las empresas legítimamente recicladoras.

A pesar de que existe una separación de residuos que inicia desde la etapa de recolección y transporte, y en menor medida por una pre-recolección fraccionada y de entrega en centros

de acopio, esta separación se hace a mayor escala en el relleno sanitario por parte de los pepenadores.

En la Ciudad de La Paz ha predominado el establecimiento de centros de acopio dedicados únicamente a la recolección, acopio y transporte de residuos reciclables a otras ciudades del país. La mayor parte de estos centros de acopio, no involucran la transformación química de los residuos sino únicamente física. El escaso desarrollo de centros de acopio puede ser a consecuencia de la poca actividad industrial y el predominio de actividades del sector terciario en la zona, lo cual impide la rápida reintegración de tales residuos reciclables a la industria, ya que no existen en la región a menos de 860 km de distancia en ciudades como Guadalajara, Jal., y a 1,200 km de distancia en la ciudad de Tijuana, B. C., sólo por dar dos ejemplos de los sitios más cercanos.

Las cifras de generación de RSU establecidas por la DGSPM, se compararon con las de recuperación de residuos reciclables en centros de acopio ubicados en la Ciudad de La Paz (Tabla XXXIX), así como también las cifras de recuperación tentativa de residuos reciclables, para lo cual se consideró la recomendación de Zeng *et al.* (2005), de asumir un porcentaje de hasta el 80 %. Tras esta comparación, se observan incongruencias en cuanto a los porcentajes de recuperación mensuales de metales, la razón es que este tipo de residuos no son dispuestos por los generadores para su recolección y transporte por el servicio público o privado, ya que directamente se hacen llegar a los centros de acopio para su venta directa o son pepenados a nivel de acera.

El papel actualmente se recupera en aproximadamente el 2.25 %, es decir, sólo 5 toneladas de un total de 222.30 toneladas generadas al mes, considerando que su precio de compra en el único centro de acopio ubicado en la ciudad de La Paz, es de \$300.00/tonelada, podrían recuperarse aproximadamente 177.84 toneladas al mes de papel proveniente únicamente de casas habitación y el beneficio económico tras su venta correspondería aproximadamente a \$53, 352.00 al mes.

El cartón actualmente se recupera en aproximadamente el 23.73 %, es decir, se recuperan 90 toneladas de un total de 379.28 que se generan al mes, considerando que su precio de

compra en el único centro de acopio ubicado en la Ciudad de La Paz, es de \$300.00/tonelada, podrían recuperarse aproximadamente 303.42 toneladas al mes de cartón proveniente únicamente de casas habitación y el beneficio económico tras su venta correspondería aproximadamente a \$91,026.00 al mes. Este es uno de los residuos reciclables con mayor aprovechamiento en la Ciudad de La Paz.

El plástico se recupera aproximadamente en un 4.33 %, es decir, se recuperan sólo 23 toneladas de un total de 530.59 al mes, considerando que su precio promedio de compra, es de \$1,000.00/tonelada, y que podrían recuperarse aproximadamente 424.47 toneladas al mes de cartón proveniente únicamente de casas habitación, el beneficio económico tras su venta correspondería aproximadamente a \$424,473.27 al mes. Este es uno de los residuos reciclables de los cuales se pueden obtener mejores ganancias económicas, aparte de los metales.

El vidrio prácticamente no se recupera en la Ciudad de La Paz, los montos de generación al mes exclusivamente de origen domiciliario son de aproximadamente 445.69 toneladas, considerando que su precio promedio de compra, era de \$100.00/tonelada, y que podrían recuperarse aproximadamente 356.56 toneladas al mes, el beneficio económico tras su venta correspondería aproximadamente a \$35,655.53 mensuales. Actualmente este tipo de residuos es uno de los residuos más problemáticos en cuanto a las posibilidades para su aprovechamiento a nivel local, debido a su alto peso volumétrico, el peligro que involucra su manipulación, ya sea como polvo por su efecto abrasivo o como material punzo-cortante, la falta de mercado local que satisfaga el ritmo de producción y las trabas legales y logísticas que imposibilitan su transporte fuera del Estado

La recuperación de metales excede la generación estimada, la razón de este desbalance probablemente tiene su explicación en procesos de compra-venta de metales previo a su disposición final en el relleno sanitario, dado que gran cantidad de metales no son dispuestos en los contenedores de basura para su recolección y transporte por el servicio público. La recuperación de cartón es elevada probablemente debido a que los principales proveedores del centro de acopio son grandes empresas como cerveceras, tiendas

departamentales, restaurantes, entre otros; de manera que tales residuos tampoco son contabilizados en la caracterización establecida previamente.

Disposición final

Durante la puesta en ejecución de la Norma 083 se otorgaron muchas oportunidades para poner en regla los rellenos sanitarios del país, con un periodo valioso de casi tres años (2003-2006). En el municipio de La Paz, no se presentaron avances significativos, incluso hasta 2012.

En resolutive, han pasado ya casi cinco años desde la fecha límite para la regularización del sitio, sin embargo no se han resuelto la problemática del sitio, el cual continúa operando como tiradero controlado.

El tener almacenados o confinados de manera segura residuos que puedan entrar en un futuro a procesos productivos o a tratamientos ambientalmente adecuados, significa tener salvaguardadas fuentes de ingreso a largo plazo (Moreno-Andrade 1996).

Tiraderos irregulares

La disposición final de RSU en tiraderos irregulares se encuentra ampliamente extendida en zonas céntricas y extrarradios de la ciudad de La Paz; este tipo de tiraderos, deterioran el paisaje y provocan un impacto visual claramente negativo. Son la ignorancia, la falta de cultura las principales causas del predominio de estos sitios sin ningún control, lo cual ha tenido como consecuencia situaciones graves de contaminación ambiental (Torres-Espino *et al.*, 2003).

La manera en que afectan negativamente este tipo de tiraderos no sólo incluye el aspecto ambiental sino también el social y el económico, puesto que provocan que el compromiso de la sociedad por lograr y mantener limpia su localidad decaiga. La ciudad de La Paz al ser (después del corredor turístico de los Cabos), el segundo sitio con mayor actividad turística en el Estado, ofrece un mal aspecto a sus visitantes (nacionales y extranjeros) al permitir que la mayoría de estos sitios proliferen en los extrarradios y zonas céntricas de la ciudad,

en las principales vías carreteras tales como el libramiento Santiago Oseguera, carretera a los Planes, carretera al Sur y carretera al Norte.

La mayor parte de los tiraderos irregulares identificados se encuentra a cielo abierto, algunos de ellos son de tipo localizado aunque también existen en abundancia tiraderos difusos. En su mayoría no cuentan con barda perimetral que impida el acceso vehicular libre para la disposición final de residuos, no hay vigilancia y generalmente se puede encontrar fauna y vegetación autóctona.

Tanto los generadores como los prestadores del servicio privado de recolección y transporte pueden encontrar más cómoda la opción de depositar los residuos en márgenes de caminos y terrenos baldíos, evitando llevar sus residuos hasta el sitio de disposición final oficial ya sea porque desconocen su ubicación o porque lo consideran muy lejano e inaccesible, o porque tienen la falsa idea de que tienen que efectuar un pago por tener acceso al sitio para la disposición final de residuos; otra de las posibles causas de proliferación de tiraderos clandestinos es la falta de responsabilidad por parte de los dueños de los terrenos a las orillas de caminos y carreteras al no cercar y prohibir el paso a vehículos. En resumen, las causas del problema son muy variadas, sin embargo, mantienen una relación muy estrecha con la falta de conciencia de los generadores acerca del daño que provocan al depositar los residuos en estos sitios.

Los tiraderos se pueden reclasificar por su factibilidad para proceder a su remediación. En los macro-vertederos el traslado de residuos al sitio de disposición oficial resulta inconveniente tanto desde el punto de vista económico como técnico, por lo que generalmente se procede a cubrir el sitio empleando maquinaria pesada, junto con el cierre del perímetro que comprende el sitio para evitar reincidencia. En el caso de micro-vertederos, se procede a reubicar los residuos al sitio de disposición final oficial; el retiro de los residuos lo puede efectuar una cuadrilla municipal empleando palas y otro tipo de herramientas manuales. Una vez hecho esto, también se procede a cercar el terreno con malla de alambre, se emplea señalización en la cual se prohíba el paso para la disposición

final de residuos, junto con la amenaza de sanción y la descripción del sitio donde se pueden depositar los residuos de manera lícita.

Otra medida de apoyo para el control de los tiraderos irregulares, es la implementación de campañas programadas de retiro de residuos voluminosos (muebles en desuso) en los hogares para lo cual se deberá avisar previamente a la ciudadanía para que se prepare a disponer tales residuos a nivel de acera.

Una opción para prevenir la proliferación de estos sitios es la promoción de la participación ciudadana de forma pro-activa que permita mantener una comunicación con las autoridades. Para ello se puede poner a disposición un número telefónico para atención de demandas de la comunidad de preferencia el teléfono debe ser *de servicio 01800*. El municipio tendrá a su vez la responsabilidad de informar a la población sobre los sitios recuperados, ya sea empleando fotografías que muestren el “antes” y el “después”. Estas denuncias además pueden resultar útiles para priorizar las acciones en próximas campañas de limpieza, considerando como áreas de primordial importancia las que presenten mayor número de denuncias.

En el aspecto de prevención, regulación, eliminación y denuncia ciudadana por la proliferación de tiraderos irregulares, el reglamento de aseo, limpia local proporciona información importante.

Así pues en su artículo 61, incisos I, II, III y XII, se estipula que es obligación de los habitantes del municipio de La Paz, evitar la acumulación de basura, desperdicios y animales muertos en los lotes baldíos de su propiedad o posesión. Y en caso de incumplimiento, la autoridad municipal podrá notificar al infractor para que en un término no mayor de tres días naturales proceda a la limpieza del lote, bajo apercibimiento que de no hacerlo así lo ejecutara el personal de ayuntamiento con costo a cargo del infractor. También se estipula que se deberá evitar el almacenamiento o la disposición de los desechos a cielo abierto, tanto en forma interna como externa a sus domicilios. El almacenamiento siempre deberá contar con lugares destinados de acuerdo a las necesidades de generación y debiendo además estar cerrados y con ventilación, sin causar molestias ni

daños a terceros. Es obligación también de los ciudadanos el dar aviso a la coordinación municipal cuando en las áreas públicas existan animales muertos o acumulación de residuos. Finalmente es obligación de los propietarios o encargados de lotes, que colindan con las riveras de los arroyos o barrancas existentes dentro del municipio de La Paz, quienes deberán evitar y que se arrojen o depositen residuos y /o desperdicios que contaminen los suelos y/o las aguas. Así mismo cada propietario o encargado deberá sanear los tramos correspondientes a los frentes y colindancias de su propiedad hasta las medianerías de los predios frontales y colindantes; de no hacerlo así lo efectuara el ayuntamiento con costo a cargo del infractor, al cual se le notificara para su cobro acorde con los procedimientos reglamentarios. En su artículo 67 se estipula queda estrictamente prohibido, tirar basura o desperdicios a cielo abierto, en causes, arroyos, barrancas y vía pública. Así mismo, queda prohibida la quema a cielo abierto de cualquier tipo de residuo y/o basura.

En su artículo 68 también se asienta queda estrictamente prohibido el depósito de cualquier tipo de escombros producto de edificaciones, demoliciones, excavaciones o cualquier actividad similar, en sitios distintos a los rellenos sanitarios. El objetivo de estos escombros será el de servir de material de cubierta de los rellenos sanitarios. El transporte de estos materiales estará sujeto a lo dispuesto por el mismo reglamento.

Finalmente en el artículo 87 y 88 queda estipulado que todo ciudadano podrá denunciar ante el ayuntamiento, todo hecho, acto u omisión que produzca o pueda producir desequilibrio ecológico, daños al ambiente o a la salud de la población, contraviniendo las disposiciones del presente reglamento y de los demás ordenamientos que regulen las materias relacionadas con la protección al ambiente y la preservación y restauración del equilibrio ecológico. La denuncia popular podrá ejercitarse por cualquier persona, bastando para darle curso, el señalamiento de los datos necesarios que permitan localizar la fuente o fuentes, así como el nombre y domicilio del denunciante. es necesario que el denunciante firme las diligencias que efectúe la coordinación para confirmar la denuncia correspondiente.

Sin embargo, a pesar de tener un reglamento muy bien elaborado, esto no sirve de nada, si el municipio no da a conocer las sanciones y multas a las cuales se harán acreedores quienes se atrevan a disponer los residuos a cielo abierto. Esto se puede hacer mediante letreros ubicados en los sitios de mayor conflicto. El municipio puede crear un lema sencillo con el cual se haga alusión a la posición oponente para la proliferación de tiraderos irregulares.

Es importante que se fomente la participación ciudadana a través de la elaboración de denuncias por escrito, para lo cual el documento deberá contener al menos lo siguiente (LRSDF, 2003):

- Nombre o razón social, domicilio completo y teléfono si lo tiene, del denunciante o en su caso de su representante legal.
- Los casos, hechos u omisiones denunciados
- Los datos que permitan identificar al presunto infractor o localizar a la fuente contaminante, y
- Las pruebas que el denunciante pueda ofrecer.

La variante para esta forma de denuncia, es vía telefónica. Se supone que el servidor público que la reciba, levantará un acta circunstanciada y el denunciante deberá ratificarla por escrito, cumpliendo con los requisitos establecidos anteriormente, en un término de tres días hábiles siguientes a la formulación de la denuncia, sin perjuicio de que la procuraduría, investigue de oficio los hechos constitutivos de la denuncia.

9.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Generación

- La tasa de crecimiento poblacional estimada para la Ciudad de La Paz durante el periodo 1990-2010 fue de 2.37 unidades, empleando el modelo exponencial.

- Se estimó que la población en la Ciudad de La Paz ascenderá a 252,674 y 284,442 habitantes en 2015 y 2020, respectivamente.
- La generación total de residuos se ha venido incrementando durante el periodo 1996-2011 con una tasa anual del 4.21 %.
- La generación total de residuos se ha incrementado en un 72.44 % desde 1996 hasta 2011.
- La generación total diaria promedio de residuos en la Ciudad de La Paz durante el periodo 2010-2011 es de 312.89 toneladas.
- Se estimó que la generación total de residuos diaria en la Ciudad de La Paz en los años 2015 y 2020 ascenderá hasta 430.34 y 532.14 toneladas, respectivamente.
- Durante los meses de julio, agosto, diciembre y enero la generación total de residuos tiende a incrementarse en la Ciudad de La Paz, esto último se ha observado durante el periodo 1996 a 2011.
- La generación per cápita de residuos sólidos urbanos en la Ciudad de La Paz hasta 2010 es de 1.394 kg/hab/día, esta cifra se calculó anualmente desde el año de 1995 correspondiente a 1.175 kg/hab/día y se espera que para el año 2015 y 2020 ascienda hasta 1.703 y 1.870 kg/hab/día.
- La generación per cápita promedio de residuos sólidos domésticos en la Ciudad de La Paz es de 0.84 kg/hab/día.
- La generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato alto, intermedio y bajo fue de 0.83, 1.09 y 0.61 kg/hab/día, respectivamente.
- Conforme se incrementa el número de habitantes por hogar, la generación per cápita disminuye, y viceversa.
- Diariamente se generan en la ciudad de La Paz aproximadamente 42.14 toneladas de residuos reciclables, 39.20 toneladas de residuos no reciclables y 107.21 toneladas de residuos orgánicos de origen doméstico.
- La generación diaria de residuos reciclables de origen doméstico es principalmente de plástico con 10.26 toneladas, 8.28 toneladas de textiles, 7.34 toneladas de cartón, 5.32 toneladas de vidrio transparente, 4.3 toneladas de papel periódico, de revistas y

papel bond; 3.30 toneladas de vidrio de color, 2.85 toneladas de latas de hojalata y 0.44 toneladas de latas de aluminio.

- La densidad promedio de los residuos sólidos domésticos en masa y sin compactación es de 130.97 kg/m^3 .
- Son los residuos domésticos de tipo orgánico los que presentan la mayor densidad con un promedio de 263.91 kg/m^3 .

Pre- recolección

- En la Ciudad de La Paz, la población resalta en importancia la problemática ambiental en torno al descuido de mascotas, seguido por el manejo inadecuado de los residuos y el polvo y humo.
- La disponibilidad a participar en nuevas estrategias de manejo de residuos es favorable, ya que el 82.3 % en promedio de los entrevistados en los tres estratos respondieron afirmativamente.
- Los medios de difusión local más aceptados son la radio y la televisión con porcentajes del 39.8 y 34.4 %, respectivamente. Esto es con el objetivo de dar a conocer las nuevas estrategias de manejo de residuos.
- Un elevado porcentaje del 69.4 % en promedio de los entrevistados en los tres estratos sabe reconocer las diferentes fracciones de residuos contenidos en la basura doméstica.
- Un promedio del 86.4% de los entrevistados en los tres estratos considera de gran importancia la separación de residuos en la fuente.
- La sociedad paceña está consciente que son los hogares los que representan la mayor generación de residuos y están dispuestos a participar en nuevos programas de manejo de residuos.
- Un elevado porcentaje, correspondiente al 98.3 % de los entrevistados en los tres estratos entrega los residuos para su recolección y transporte ya sea por el servicio público o privado. Lo cual indica una amplia cobertura en la prestación del servicio en la Ciudad de La Paz.

- La adquisición de artículos sin preferencias en cuanto al tipo de materiales con que están elaborados, así como el consumo de artículos desechables corresponden a los principales hábitos de consumo de los habitantes de la Ciudad de La Paz, esto en comparación con la adquisición de artículos con empaques reciclables, reusables o la abstención de su uso.
- El 43.8 % de los entrevistados en los tres estratos está dispuesto a pagar por el servicio de recolección y transporte de residuos. A partir de los que respondieron afirmativamente, la tarifa mensual de preferencia promedio es la menor a \$10.00.

Recolección y transporte

- En la Ciudad de La Paz, el sistema empleando para la recolección de residuos es principalmente de puerta a puerta (PAP),
- La DGSPM participa en la recolección y transporte de residuos del 81.4 % de la generación total, y el sector privado y particular con el 16.8 % restante.
- La DGSPM cuenta con un total de 35 unidades recolectoras dotadas de compactación trasera y con una capacidad promedio de 4.61 Ton/viaje y una capacidad volumétrica de hasta 20 m³. Sin embargo la disponibilidad diaria de camiones es de tan sólo 25, ya que el resto se encuentran continuamente averiados o en reparación.
- El número promedio de viajes diarios que se efectúan es de 54.21 viajes/día, sin embargo esta distribución varía cada día de la semana, así pues, de lunes a miércoles el promedio de viajes es de 71.74 viajes/día, de jueves a sábados disminuye a 49.16 viajes/día, y los días domingo disminuye hasta un promedio de 8.88 viajes/día.
- La eficiencia en el uso de combustible de los camiones empleados para prestar el servicio público de recolección y transporte es de 1,460.31 litros al día y de 10,008.08 litros a la semana.
- En promedio se gastan 6.54 litros de diesel por cada tonelada de residuos recolectados y transportados por el servicio público.

- En promedio se requieren 29.18 litros por cada viaje que efectúan las unidades de recolección y transporte público.
- La percepción que tiene la población sobre el servicio público de recolección y transporte es favorable ya que el 68.5% de los entrevistados en los tres estratos lo consideran como bueno y el 12.1 % como excelente.
- El 90 % de los entrevistados en los tres estratos se declaró estar satisfecho con el servicio público de recolección y transporte de residuos.
- La frecuencia de recolección de residuos más aceptada es bisemanal, con un porcentaje en promedio del 80 % de los entrevistados en los tres estratos.
- El horario que prefieren los usuarios es el matutino, ya que un promedio del 84 % de los entrevistados en los tres estratos así lo declararon.

Tratamiento

- Existe un importante descontrol en la recuperación de metales. Las cifras de caracterización de residuos no corresponden a las cifras que los centros de acopio declaran. Esto se debe a que son los metales los residuos de mayor interés para su recuperación por los generadores, debido a los altos precios de compra.
- En la Ciudad de La Paz se desconoce el porcentaje de residuos reciclables que son rescatados del relleno sanitario.
- Considerando únicamente la fuente de generación doméstica, y comparándola con la recuperación que efectúan los centros de acopio en la Ciudad de La Paz, se tiene que el porcentaje de recuperación mensual es del 5 % de papel, 23.37 % de cartón, y el 4.33 % de plástico.
- La actividad de los centros de acopio en la localidad es muy escasa, predominan las chatarreras debido a las utilidades más altas que generan los metales.
- La recuperación de residuos como el vidrio no es favorecida debido a los altos costos que implica su movilización hacia el centro del país. De igual forma la comercialización de residuos como el plástico, cartón y papel es deficiente debido a los altos costos de transporte hasta el centro del país sin embargo tales residuos

tienen mayores posibilidades de aprovechamiento en la industria, debido a que tiene mayores precios de compra.

Disposición final

- El predio donde se ubica el tiradero controlado en la Ciudad de La Paz tiene una extensión de 50 hectáreas y se encuentra a una distancia del núcleo urbano de 12 km.
- El sitio para la disposición final de residuos en la Ciudad de La Paz, no cumple con la normatividad ambiental vigente, específicamente con la NOM-083.
- El sitio cuenta con un horario fijo de operación, control de acceso, báscula para pesar camiones de ingreso.
- El sitio no cuenta con servicio médico y seguridad personal.
- El sitio tampoco cuenta con programas de monitoreo para su conservación y mantenimiento de registros. Así como tampoco con un programa de monitoreo de acuíferos.
- Los camiones del ayuntamiento pasan sin mayores trámites, al igual que los particulares y privados.
- El total de residuos que se han recolectado y transportado hasta el sitio de disposición final de residuos en la ciudad de La Paz, desde que se tienen registros correspondientes al mes de mayo de 1996 hasta abril de 2011 es de 1,463,168.05 toneladas.
- Se tenía previsto un periodo de vida útil del sitio de 20 años o un equivalente de 1,320,000 toneladas de residuos. Sin embargo el sitio ya lleva en operación desde el año de 1993, y la capacidad de acumulación de residuos en el sitio ha sido superada. Sin embargo IIRN (2010) declara que las autoridades están considerando un periodo de vida útil adicional de 10 años adicionales. Actualmente no existen estudios confiables al respecto que demuestren tal aseveración y que deje en claro las opciones factibles para la organización de las operaciones, cierre, construcción de nuevas trincheras y otras adecuaciones en las instalaciones del relleno sanitario ya sea a corto, mediano y largo plazo.

- Los residuos reciclables que son recuperados en el sitio de disposición final no son contabilizados como salidas del sitio.
- Debe reconocerse que hasta el momento en la Ciudad de La Paz, es una ventaja para las autoridades que no se hayan organizado los pepenadores en cooperativas y asociaciones que se manejen con carácter empresarial, para estos últimos puede representar una mejor posición para discutir con los recicladores la comercialización de los residuos recuperados, sin embargo si las autoridades municipales desean implementar cambios ya sea de privatización o concesión, pueden evitarse conflictos entre pepenadores y compañías recicladoras (Acurio *et al.* 1998).
- No existen trincheras, escape para la salida de biogás, ni sistema de monitoreo para este último gas, tampoco un sistema a desnivel, o programa de monitoreo para la captación de lixiviados.
- Un promedio del 74 % de los entrevistados en los tres estratos conoce el sitio oficial de disposición final de residuos.
- Se identificaron un total de 95 tiraderos irregulares en la Ciudad de La Paz, ocupando un área aproximada de 425,190 m².
- El peso en toneladas de residuos que fueron contabilizados en tiraderos irregulares distribuidos en diferentes puntos de la ciudad de La Paz, asciende a 112,105.02 toneladas.
- El volumen de residuos depositados en los diferentes tiraderos irregulares equivale a los montos acumulados durante 344 días, considerando una generación diaria de 325 toneladas.

Recomendaciones

Generación

- Es importante considerar que a pesar de que la mejor herramienta que se tiene para mantener un control sobre la generación total de RSU es a través de su registro durante el ingreso de los mismos a los sitios de disposición final, la generación total de residuos debe incluir la contabilización de los residuos que son desviados para su

recuperación a través de centros de acopio y los que son dispuestos en tiraderos irregulares.

- Para conocer en detalle la aportación en la generación de residuos de acuerdo a su clasificación en domésticos, de manejo especial y/o peligrosos, es importante que durante su ingreso a las instalaciones del relleno sanitario se especifique su procedencia.
- Debe continuarse con los monitoreos posteriores para actualizar las cifras de generación total, generación per cápita de RSU y de RSD. La metodología que se recomienda en estos monitoreos subsecuentes es la misma empleada en este estudio, con el objetivo de hacer comparables sus resultados.
- Es necesario efectuar estudios posteriores de caracterización de RSU en diferentes estaciones del año, así como también su estimación de forma diferenciada a partir de fuentes de generación doméstica y comercial. Es decir, determinar cómo potencial línea de investigación se propone determinar con precisión la aportación a la generación en residuos sólidos domésticos, de mercados, restaurantes, hoteles, oficinas, escuelas, hospitales, e industria. Sobre todo sería de interés conocer la aportación por actividad turísticas, ya que se sabe que esta última contribuye en gran medida la generación de residuos comparados con otras actividades comerciales (Phuntsho *et al.*, 2009).
- Se recomienda se efectúen estudios posteriores para determinar el peso volumétrico de las diferentes fracciones de residuos compactados por los camiones recolectores.

Pre-recolección

- Las autoridades deben tener en consideración que la promoción de campañas de educación ambiental dirigidas a toda la población con un enfoque en la disminución de la generación de residuos y la promoción de prácticas como el reúso y reciclaje de residuos son la mejor estrategia a largo plazo para promover el uso sustentable de los recursos. En el artículo 37, fracción III y V de la ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de B. C. S. se trata el tema a detalle, sin embargo las autoridades deben hacer aplicar la legislación ambiental ya existente.

- Se recomienda efectuar una intensa campaña de difusión y capacitación a través de radio y televisión local con el fin de enfatizar la importancia de manejar de forma adecuada los residuos a nivel doméstico y urbano. Noticieros matutinos en la radio como “panorama informativo” por el 96.7 F.M., y “radio fórmula” por el 97.5 F.M. pueden ser medios importantes de difusión. Así como noticieros o comerciales en canales de televisión locales en programas como “A medio día”, “el Pulso de Baja California Sur”. O a través de la televisora de TV Azteca B. C. S.
- Se debe promover el intercambio de experiencias en cuanto a las diferentes estrategias empleadas para la pre-recolección fraccionada de los residuos a nivel doméstico, establecimientos comerciales y de servicios, instituciones educativas y de investigación de tipo público y privada. Esto puede ser a través de redes sociales como Facebook, concursos promovidos a través de cápsulas informativas en programas de televisión local o concursos de fotografía.
- Se debe promover en la sociedad paceña prácticas de reducción de residuos, y la adquisición de empaques rellenables, reusables y/o reciclables; la promoción de este tipo de prácticas puede realizarse a través de súper-mercados, establecimientos comerciales y de servicios donde se apliquen descuentos a los consumidores por llevar sus propias bolsas y contenedores para transportar los productos que ahí se consumen. A su vez el municipio puede aplicar descuentos a las empresas que demuestren incentivar este tipo de prácticas. Se puede retomar lo establecido en el capítulo IV, artículo 62, fracción II, III y IV de la ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de B. C. S. en torno al regularización del uso de envases, empaques y embalajes.
- A pesar de que los residuos peligrosos (RP) generados a nivel urbano no representan un riesgo tan alto como los RP generados por actividad industrial, es importante tener en consideración su naturaleza peligrosa omitida por la legislación mexicana. Se recomienda dar a conocer ampliamente a la población la importancia de separar del resto de los residuos aquellos que por sus características peligrosas no pueden depositarse para su recolección y transporte por el servicio público o privado, tales como pilas, baterías, acumuladores, aceites. En la LGPGIR (2003) se

otorga toda responsabilidad de manejo a la SEMARNAT en coordinación con los gobiernos de las entidades federativas y municipales para la promoción de acciones tendientes a dar a conocer a los generadores los diferentes tipos de RP y la manera de llevar a cabo un manejo adecuado. También se puede solicitar a apoyo a la PROFEPA para los residuos generados a nivel industrial.

- Se recomienda aplicar paulatinamente impuestos a los artículos desechables, y otros residuos con impactos graves al medio ambiente como son las bolsas plásticas de camiseta, para mayor información en el tema se puede consultar Frairé-Islas (2011).
- Establecer un esquema de depósito-reembolso, es decir, que haya un sobre precio en los productos de consumo que ingresan a la capital del Estado, en especial aquellos productos que contengan en sus empaques el plástico PET, vidrio, aluminio, cartón y papel. Con los recursos obtenidos se puede financiar una parte de la recolección, acopio, procesamiento y aprovechamiento de los residuos.
- Por la experiencia en otros sitios donde se han implementado programas de recolección fraccionada de residuos se ha observado una gran desorganización en cuanto a los colores, tamaños y materiales de los recipientes que emplean los ciudadanos para depositar sus residuos, se recomienda que el ayuntamiento a través de DGSPM o el departamento de ecología y desarrollo urbano establezcan ordenanzas que contengan las prescripciones técnicas mínimas que obliguen a la presentación de los residuos en contenedores que incentiven la separación de residuos en al menos dos fracciones; tales contenedores deben estandarizarse en cuanto a colores los colores, además de cumplir con las condiciones higiénico-sanitarias, horarios y lugares. Se recomienda almacenar los residuos en recipientes con tapa, sobre todo evitar malos olores desprendidos por la disposición de materia orgánica. Tanto los recipientes pequeños ubicados en el interior de los hogares como los recipientes de mayor tamaño ubicados en los espacios al aire libre, patios, etc.
- Se recomienda no colocar de forma permanente los recipientes de mayor capacidad (~50-60L) al acceso del público o transeúntes puesto que pueden depositar en ellos los residuos omitiendo el proceso de clasificación. Debe tenerse en consideración el

esfuerzo de carga para los trabajadores, el cual es mayor cuando se usan cilindros de 200 L de capacidad.

- Se recomienda proporcionar información básica para colocar contenedores para la separación fraccionada de residuos en la cocina de cada vivienda, para recordar permanentemente las acciones de separación (Deffis-Caso, 1994).
- Se recomienda mantener el sistema de recolección puerta a puerta, ya que es la manera que están acostumbrados los ciudadanos en la Ciudad de La Paz, para depositar sus residuos en viviendas unifamiliares horizontales. En viviendas de tipo plurifamiliar o en privadas se recomienda emplear el sistema de pre-recolección en acera. El inconveniente a tener en consideración es la cantidad de contenedores diferentes que se han de poner en los puntos de recolección.
- Durante las primeras tres semanas cuando se implemente un nuevo sistema de manejo de residuos, se recomienda que se efectúen vistas con personal capacitado para resolver dudas (Deffis, 1994).
- Se debe promover a nivel doméstico, comercial así como en instituciones públicas y privadas de educación e investigación, la instalación de composteros en los cuales se pueda aprovechar el contenido orgánico de sus residuos para la obtención de abono. El peso total de los residuos para su recolección y transporte puede disminuir hasta en un 50 %, con grandes implicaciones en los gastos y esfuerzo de recolección de residuos.

Recolección y transporte

- Efectuar estudios posteriores para determinar con mayor precisión la disponibilidad a pagar por el servicio de recolección y transporte de residuos, considerando a detalle las implicaciones sociales, políticas y económicas. Además de estimar con precisión los gastos que implica el manejo de los residuos en estas dos etapas para poder ofrecer un servicio de calidad que se mantenga a largo plazo con la capacidad de mejora y adquisición de nuevas tecnologías.
- Se recomienda efectuar estudios posteriores en los cuales con apoyo de sistemas de información geográfica (SIG) se puedan diseñar rutas disminuyendo las distancias,

tiempos y de recolección y transporte de residuos. Para ello se puede solicitar la ayuda de estudiantes de las carreras de Ingeniería en sistemas o carreras afines de universidades locales.

- Se recomienda que la recolección y transporte de residuos sólidos proveniente de actividad doméstica se realice empleando unidades en las cuales no se mezclen los residuos de otras fuentes de tipo comercial, de instituciones de educación o de gobierno.
- Se recomienda que al menos dos veces al año se implementen campañas de limpieza, en las cuales las familias depuren sus hogares de aquellos electrodomésticos, muebles, y otros residuos de tipo voluminoso que se les dificulte sean transportados por el servicio tradicional de recolección y transporte de residuos, esto con el objetivo de disminuir su disposición en tiraderos irregulares en la ciudad. Esto puede ser previo a la temporada decembrinas (durante el mes de noviembre) y otro a los seis meses, en el mes de Mayo. Esto puede llevarse a cabo en colaboración con los diferentes centros de acopio de residuos reciclables, quienes a su vez se verán beneficiados ya que una gran cantidad de residuos pueden ser donados por los mismos generadores.
- Se recomienda conservar el sistema de recolección de residuos tipo PAP, en viviendas horizontales unifamiliares y combinarlo con el sistema de recolección de tipo en acera, en colonias o condominios multifamiliares. La imposición masiva de otro sistema de recolección como el de acera sería probablemente rechazada y dificultaría aún más la aceptación de la pre-recolección fraccionada. Este tipo de transformaciones en los hábitos y costumbres para las personas son muy difíciles y lentos de llevar a cabo, por lo que tratar de imponer muchas innovaciones resultaría infructuoso.
- Se recomienda que al finalizar la temporada decembrinas se recolecten los árboles de navidad en diferentes rutas por toda la ciudad, avisando por diferentes medios de difusión locales los horarios y días de recolección por zonas. Además de ubicar al menos cinco diferentes centros de acopio fijos.

- Se recomienda seguir empleando la recolección de carga manual (es decir, que sean los operarios los responsables de la carga-descarga de los residuos en la tolva del camión. Esto permite que las personas puedan acceder a zonas donde el camión mecanizado no le permite.
- Prohibir las actividades de pepena a los trabajadores del servicio de limpia durante las rutas de recolección y transporte, y considerar que la mejor opción a largo plazo es promover la recolección fraccionada de los mismos o su entrega en centros de acopio ubicados en distintos puntos de la ciudad.
- De implementarse una nueva estrategia de recolección y transporte de residuos fraccionados, los operadores deberán capacitarse para recibir únicamente los residuos correspondientes a la clasificación establecida para su ruta y horario, de lo contrario el sistema fracasará.
- Se recomienda incrementar la flotilla de camiones recolectores de compactación trasera de residuos. Y adecuar tales camiones para la recolección fraccionada de residuos sobre todo los que sean destinados para la recolección de residuos orgánicos debido a que durante la compactación se generan lixiviados.

Tratamiento

- Elaborar un directorio de los centros de acopio existentes en la Ciudad de La Paz, y ponerlo a disposición de la mayor parte de la población con el fin de que reconozcan y participen en mayor medida en el reciclaje de residuos, al conocer la ubicación, precios de compra, tipos de residuos que reciben, la cercanía con su hogar o centro de trabajo, los beneficios que traería consigo disponer los residuos reciclables en estos sitios.
- Se debe promover a través de incentivos fiscales la apertura de centros de acopio y reciclaje de residuos (Arzate, 2011), además de facilitar su registro ante el ayuntamiento como empresas formales con prestaciones y mejores condiciones a sus trabajadores.
- Se debe promover que la Secretaría de Hacienda realice cambios fiscales que incluyan un sistema de deducción en los gastos de las empresas que se dedican al

acopio y compra de residuos reciclables, ya que los pepenadores no facturan y entonces las empresas fiscalmente están en desventaja porque no pueden deducir los costos que representa la compra de esos materiales (Arzate, 2011). Este tipo de estímulos fiscales es promovido en el artículo 50, fracción II y IV de la ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de B. C. S.

- Se pueden buscar opciones de apoyo económico por la recuperación de residuos orgánicos para la elaboración de composta, para mayor información se puede consultar a Dilewski *et al.* (2002) o Rodríguez-Salinas y Córdova-Vázquez (2006). También se puede promover la venta de bonos de carbono, por ejemplo a través de proyectos del mecanismo de desarrollo limpio (MDL), vigente en México desde 2004, promovido por la SEMARNAT. O también a través de proyectos de mercado de metano (M2M o metano a mercados), promovido por la Agencia de Protección ambiental (EPA).
- Se recomienda la apertura de un mayor número de centros de acopio de residuos reciclables, donde sea el municipio a través de la DGSPM o la dirección de ecología quien los controle. En estos sitios se podrá recibir papel y cartón, plástico, vidrio, metales y ropa en contenedores diferenciados, incluso pueden ubicarse a nivel de acera en contenedores subterráneos o con instalaciones más sofisticadas con barda perimetral y caseta de vigilancia. Además para incentivar el acopio y entrega de residuos en estos puntos es importante que periódicamente, al menos 6 veces al año, se efectúen campañas masivas de acopio de residuos reciclables a cambio de vales o despensas, frutas y legumbres orgánicas, ya sea con el patrocinio de establecimientos comerciales locales. Para lograr esto se recomienda el establecimiento de al menos cinco centros de acopio distribuidos en diferentes puntos de la Ciudad de La Paz. Es responsabilidad de la secretaría de asentamientos humanos y obras públicas del gobierno la gestión de recursos económicos para el fortalecimiento de la infraestructura para el MRSU, establecido en el artículo 76 de la ley de equilibrio ecológico y protección al ambiente del Estado de B. C. S.

Disposición final

- Se recomienda efectuar estudios posteriores para determinar el área de influencia del sitio de disposición final oficial en cuanto a la contaminación de pozos de agua aledaños.
- Se recomienda que sea en las instalaciones del relleno sanitario donde se promueva la construcción de una planta de compostaje y la acumulación de residuos reciclables.
- Se debe promover que los residuos que ingresan al relleno sanitario sean separados en la fuente generadora, de tal manera que existan cinco grandes áreas: para residuos no reciclables, los cuales serán depositados directamente en las trincheras, otra para residuos reciclables que a su vez debe ser un área preferentemente techada con separaciones claras para cartón, papel, vidrio, plástico, metales y textiles. Otra área para residuos orgánicos donde se elaborará composta o biogás. Otra área para la acumulación de neumáticos y finalmente un área para residuos peligrosos como pilas, aceites, acumuladores de autos. Etc. Y otros residuos electrónicos.
- Se pueden emplear los neumáticos almacenados en las instalaciones del relleno sanitario para formar una capa impermeable durante la planificación de nuevas trincheras que cumplan con la NOM-083.
- Se debe señalar desde el cruce sobre el libramiento Santiago Oseguera la ubicación del relleno sanitario, indicando cada kilómetro y con flechas la ubicación del sitio, esto con el objetivo de evitar que los residuos sean depositados durante el trascurso por los generadores que desconocen la ubicación exacta del sitio.
- Es necesario calibrar periódicamente la báscula empleada en el relleno sanitario o cambiarla por una con mayor precisión.
- El ingreso de los pepenadores al relleno sanitario debe ser más controlado, proporcionarles equipo de protección personal, prohibir la entrada de niños, animales y la venta de comida. Prohibir el consumo de cigarrillos o el empleo de otras fuentes potenciales de ignición en la zona de trabajo.

- Es importante que el trabajo que realizan los pepenadores se dignifique y no se niegue su participación durante la planificación de mejores alternativas para el tratamiento y disposición final de residuos.
- Dar a conocer las sanciones y multas a las cuales se harán acreedores quienes se atrevan a disponer los residuos a cielo abierto. Esto se puede hacer mediante letreros ubicados en los sitios de mayor conflicto. El municipio puede crear un lema sencillo con el cual se haga alusión a la oposición tajante ante la proliferación de tiraderos irregulares.
- Las autoridades municipales deben implementar campañas periódicas de limpieza de predios en las zonas de mayor conflicto, dando aviso a los dueños de los predios de la necesidad de limpiar o en su caso cercar o limitar el acceso a los predios para evitar reincidencias por terceros. Cuando el propietario no cumpla con su obligación, el municipio podrá levantar una multa y además efectuar el cobro correspondiente por la limpieza del predio.

Gestión de residuos

- Incluir dentro del diseño del manejo de RSU un mecanismo de prácticas de monitoreo y seguimiento. Adopción de mecanismos jurídicos, institucionales, administrativos y de auto sustentabilidad económica y financiera (Acurio *et al.*, 1998).
- Capacitación al personal administrativo y operativo del servicio de limpia, incluyendo bajos, medios y altos mandos.
- Se recomienda que sea la DGSPM a través la dirección de ecología quien busque las mejores alternativas para bajar fondos del gobierno federal de los programas que pone a disposición de los gobiernos municipales en instancias como la SEMARNAT, SEDESOL o BANOBRAS con el objetivo de mejorar alguna de las etapas de manejo de residuos.
- Se recomienda que se promueva una mayor integración de la DGSPM con organizaciones de la sociedad civil, ONG's y otros movimientos sociales en pro del medio ambiente en la localidad, así por ejemplo se tienen a ECO-alianza,

ConCiencia, Los Jardines comunitarios (encinas, guamúchil o jardines de la tierra), Noroeste sustentable, Ecology projet international, Guardianes del Agua, entre otros. Así como también con los diferentes centros de acopio de residuos reciclables de metales, cartón, papel, plástico y vidrio, e incluso con empresas como Steren, Radioshack, Tintamax que acumulan residuos de tipo peligroso como pilas y baterías.

- La valoración de cada una de las acciones establecidas por la LGPGIR (2003) para la GIRSU a cada una de las seis etapas de MRSU establecidas por Tchobanoglous (1982), permitiría efectuar una evaluación más detallada. Así, por ejemplo, en la etapa de tratamiento o valorización resultaría primordial abordar acciones financieras, operativas, administrativas y de planeación; en cambio en la etapa de pre-recolección serán fundamentales las acciones sociales y de educación.
- Dado que no se puede evitar la movilidad frecuente y la rotación del personal que trabaja en el servicio urbano de limpia sobre todo de los medios y altos mandos cada tres años, es necesario que exista una planeación a largo plazo con propuestas que sean sometidas a consulta pública, con asesoría de académicos, expertos en la materia y apoyo de instancias a nivel federal o programas como PRORESOL, la red GIRESOL, el SIMEPRODE.
- El gobierno municipal debe buscar la distinción de la ciudad de La Paz ante sus ciudadanos, así como la promoción del turismo nacional y extranjero a través de premios que reconozcan y promuevan el manejo adecuado de los residuos, como son el premio Gobierno y Gestión local (<http://premiomunicipal.org.mx/ee/>) promovido por una importante revista Mexicana o el premio por “ciudad limpia” promovido por una importante televisora a nivel nacional.
- La expedición y aplicación nuevas leyes y reglamentos locales en torno al manejo de residuos sólidos urbanos, por ejemplo como las que se han formulado en el D. F., Nuevo León y Yucatán, deberían ser reproducibles en todos los Estados del país, con ligeras modificaciones de acuerdo a las particularidades de la localidad, esto es porque ayudan a esclarecer a detalle las responsabilidades de los actores involucrados en el manejo, manejo integral y gestión de los RSU.

- Se recomienda dar a conocer a la población de la Ciudad de La Paz que jurídicamente es su obligación la separación de residuos en al menos dos fracciones (orgánicos e inorgánicos) tal como lo enuncia la LGPGIR (2003). Además de dar a conocer otras atribuciones, obligaciones y derechos específicos, esto con el objetivo de cumplir con la “responsabilidad compartida” que enuncia la LGPGIR (2003).
- Se recomienda que estudios de investigación local, evalúen a detalle los costos que involucra el manejo de los residuos en sus seis etapas, tanto para el gobierno municipal, a los ciudadanos y las externalidades económicas, sociales y políticas que conlleva la actual forma de manejo de los residuos.
- Efectuar estudios posteriores en los cuales se pueda establecer con mayor precisión la tarifa de cobro por el servicio de recolección y transporte de residuos a nivel doméstico y comercial ya sea que el servicio sea proporcionado por el municipio o una empresa concesionada y sea el municipio quien realice el cobro a través del predial, u otro servicio público como el agua.
- Que sea la DGSPM con apoyo de la dirección de ecología municipal quien se acerque más a la población a través de las redes sociales para exponer las actividades que realiza diariamente, con un espacio para quejas y denuncias, donde se puedan publicar fotografías y recomendaciones, distinciones, premios o reconocimientos obtenidos o simplemente intercambio de experiencias.
- Efectuar uno o varios concursos que se llamen “Retrata la Paz”. El objetivo de este concurso es sensibilizar a los ciudadanos en el tema de manejo de los residuos por medio de la exposición fotográfica de lugares impactados por residuos. Además provocar la reacción de la ciudadanía para participar en acciones de mejora. 3. Las obras fotográficas deberán encontrarse bajo alguno de los siguientes temas:
 1. Tiraderos clandestinos
 2. Residuos en contacto con el agua
 3. Residuos en contacto con animales y personas
 4. Infractor In-fraganti
 5. Participación activa de la comunidad en atender el problema

Es importante que la distribución de las fotografías no se considere como un muestreo formal de sitios con problemas de basura en la ciudad, sino simplemente como un ejercicio de socialización del problema de la basura y la respuesta que puede tener la comunidad de la Ciudad de La Paz.

De aplicarse estas recomendaciones el manejo de los RSU en la Ciudad de La Paz sería óptimo. Su implementación contribuiría muy significativamente al Desarrollo Sustentable, tanto de la propia ciudad como de sus zonas aledañas.

10. LITERATURA CITADA

Acurio, G., Rossin, A., Teixeira, P. F., Zepeda, F. 1998. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo, Organización Panamericana de la salud. Serie ambiental número 18. Segunda edición. 148p.

Adame-Romero, A. 2010. Contaminación Ambiental. México. Trillas. Primera edición. México. 197p.

Agenda 21. Contribuciones del fondo para el medio ambiente mundial. 2000.

Aguilar-Virgen, Q., Taboada-González, P., Armijo-de Vega, C. 2010. Valorización de los reciclables en Ensenada, Baja California. Facultad de Ingeniería Ensenada. Universidad Autónoma de Baja California. 12p.

Al-Khatib, I. A., Monou, M., Salam-F., A., Zahra, A., Shaheen, H. Q., Kassinos, D. 2010. Solid waste characterization, quantification and management practices in developing countries. A case study: Nablus district – Palestine. *Journal of Environmental Management*. 91:1131-1138.

Allamand-Puratić, A. 2008. Programa de reciclaje de la fracción inorgánica de residuos sólidos municipales (FIRM), aplicado a una comunidad de Chile, Ñuñoa. *Revista de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica*. 1(4):1-22

Almaguer, B. 2002. Basura: un problema con el que nadie se quiere ensuciar. *Ecoportal.net*. 02 febrero.

Álvarez-Castañeda, S. T., Patton, J. L. 2000. Mamíferos del noroeste de México I y II. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S. C. Primera edición. La Paz, Baja California Sur. 876p.

Álvarez-Flores, C. 2013. ¿Por qué no reciclamos los residuos sólidos urbanos en México?. *Teorema ambiental, revista técnico ambiental*. (98):22-29.

Amigos de la Tierra. 2011. La R es lo que cuenta: Reduce, Reutiliza, Recicla. Manual de buenas prácticas para pequeños comercios. Caja de Madrid. Obra Social. Primera edición. Madrid, España. 24p.

Amigos de la tierra. Manual de compostaje. Experiencias realizadas años 2004-2008. Ministerio de medio ambiente y medio rural y marino. Primera edición. España. 121p.

André, F. J., Cerdá, E. 2005. Gestión de residuos sólidos urbanos: Análisis económico y políticas públicas. Fundación Centro de Estudios Andaluces. 29p.

André, F. J., Cerdá, E. 2006. Gestión de residuos sólidos urbanos: análisis económico y políticas públicas. Cuadernos económicos de ICE. 71: 71-91.

Argüelles-del Ángel, O., Candanedo-Ramírez, N. E., Cervantes-Fonseca, M. A., Rodríguez-Velasco, V. 2006. Composición y manejo de los residuos sólidos urbanos en Xalapa, Veracruz, México. Trabajo recepcional para obtener el grado de especialista en diagnóstico y gestión ambiental. Universidad Veracruzana. Facultad de Ingeniería Química. Xalapa, Veracruz. 86p.

Armijo-De Vega, C. 2006. Waste management system in México: history, state of the art and trends. The journal of solid waste technology and management. 354-364p.

Armijo-de Vega, C., Aguilar-Virgen Q., Taboada-González, P., Lozano G. y Buenrostro-Delgado, O. 2009. Comparación de la composición de residuos sólidos en una comunidad urbana y una rural de Baja California, México: Retos para su manejo adecuado. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de residuos. Red de ingeniería en saneamiento ambiental. Universidad del norte. 10p.

Arzate, E. 2011. La opción, manejo integral de residuos. Alcaldes de México. (20): 18-21.

Ávila-Galarza, A. 2007. La basura, un problema ambiental que se olvida cuando la entregamos al servicio de limpia municipal. Ciencia, San Luis Potosí. 3 (29):6.

Avilés-Matus, P. M. 1995. La administración y manejo de los residuos sólidos municipales: caso La Paz, Baja California Sur, México, Periodo 1988-1994. Tesis de licenciatura en Ciencias políticas y administración pública. Universidad Autónoma de Baja California Sur. 90p.

Aviña-Hernández, F. 2011. Gestión de los residuos sólidos urbanos. Variables que inciden en el otorgamiento diferenciado del servicio de recolección en los municipios mexicanos 1996-2010. Tesis para obtener el grado de Doctor en Investigación en Ciencias Sociales con mención en Ciencia Política. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales sede Académica México. México, D. F. 196p.

Balzarini, H. 1999. Envases y embalajes, un análisis de los antecedentes normativos. Presidencia de la nación. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Subsecretaría de Ordenamiento Ambiental. 15p.

Barradas-Rebolledo, A. 1999. Investigación sobre metodología adecuada a la planificación de la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y rurales (aplicada a la zona

Minatitlán-Cosoleacaque, en el sur de México). Tesis doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Departamento de Ordenación del Territorio, Urbanismo y Medio Ambiente. Madrid, España. 393p.

Barrietos, Z. 2010. Generación y gestión de residuos sólidos ordinarios en la Universidad Nacional de Costa Rica: patrones cuantitativos y sociológicos. Cuadernos de Investigación UNED. 2 (2):133-145.

Bernache-Pérez, G. 2006. Cuando la basura nos alcance: el impacto de la degradación ambiental. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social. Primera edición. México, D.F. 551p.

Bernache-Pérez, G. 2003. The environmental impact of municipal waste management: the case of Guadalajara metro area. *Resources, Conservation & Recycling*. 39:223-237.

Bernache-Pérez, G., Sánchez-Colón S., Garmendia, A.M., Dávila-Villareal A., Sánchez-Salazar, M. 2001. Solid waste characterisation study in the Guadalajara Metropolitan Zone, Mexico. *Waste Management & Research*. 19:413-424.

Buenrostro-Delgado, O. y Bocco G. 2003. Solid waste management in municipalities in Mexico: goals and perspectives. *Resources, Conservation & Recycling*. 39: 251-263.

Buenrostro-Delgado, O., 2006. La producción de residuos sólidos municipales y sus implicaciones ambientales. *Ciencia y desarrollo en internet*. 1-6.

Buenrostro-Delgado, O., Bernache-Pérez, G., Cram, S., Bocco, G. 1999. Análisis de la generación de residuos sólidos en los mercados municipales de Morelia, México. *Revista internacional de Contaminación ambiental*. 15(1): 27-32.

Buenrostro-Delgado, O., Israde, I. 2003. La gestión de los residuos sólidos municipales en la cuenca de lago Cuitzeo, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 19 (4): 161-169.

Cabrero-Mendoza, E. 2002. El premio gobierno y gestión local en México: un mecanismo de institucionalización de la innovación en gobiernos locales. VII Congreso Internacional del CLAD sobre la Reforma del Estado y de la administración pública, Lisboa, Portugal. 8-11 Octubre. 11p.

Camacho, J. R., Murillo, J. V., Yeomans, J. 2008. Plan de negocios para la implementación de un centro de recuperación de materiales en Guácimo, Costa Rica. *Tierra Tropical*. 4(1):119-162.

Campani, D. B., Reichert, G. A. 2006. Integrated management of solid wastes, 16 years of experience in the city of Porto Alegre. *Revista AIDIS de ingeniería y Ciencias Ambientales: investigación, desarrollo y práctica*. 1 (1): 1-11.

Careaga, J. A. 1993. Manejo y reciclaje de los residuos de envases y embalajes. Secretaría de Desarrollo Social. Serie monografías número 4. México. 155p.

Cariño, M. M. et al. 1998. Diagnóstico Ambiental de Baja California Sur. La Paz: FUNDEA, NIPARAJA, UABCS.

Castillo-Berthier, H. 1990. La sociedad de la basura. *Ciencias*. 20:25-30.

Castro, R. 2008. Marco legal moderno para la gestión integral de residuos en Costa Rica. *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos*. (178): 7-8.

Castro-Terán, B., López-Aranguren Blázquez, J., Montero, R. L., Nanclares-da Veiga, A., Pérez-Llantada, M. P., Mazón, P. R., Rodríguez-Cruz, M. 2011. Residuos Urbanos Sólidos. Basura y espacio público en Latinoamérica 2008-2010. *Delirio*. Primera edición. 208p.

Cebrian, S. 1992. Envases y embalajes, ecología, tecnología y mercado único. *Distribución y Consumo*. (5):42-55.

Cerrón-Palomino, M. A. 1992. Diseño de rutas óptimas de recolección de residuos sólidos domésticos mediante el software Mars. Facultad de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional de Ingeniería. XXVII Congreso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Lima, Perú. 16p.

Chacón-Anaya, D., Giner, M. E., Vázquez-Valles, M., Balarezo-Vásquez, T., Herrerías-Velasco, A. 2010. Diagnóstico de infraestructura ambiental básica para el estado de Sonora (identificación de inversiones y vertientes de priorización). Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza. Primera edición. México. 112p.

Chinchilla, R., Poltera, N., Rudín, V., Ruíz, P., Spies, S. 2007. Planes municipales de gestión de residuos sólidos – un nuevo instrumento de gestión ambiental municipal en Costa Rica. III Congreso Iberoamericano de Desarrollo y Ambiente (CISDA). 12p.

Código Financiero del Estado de México y Municipios. 336p.

Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental, Agencia de cooperación técnica alemana. 2003. La basura en el limbo: Desempeño de Gobiernos Locales y Participación Privada en el Manejo de Residuos Urbanos. Primera edición. México. 108p.

Comisión Nacional del Agua. 2010. Datos históricos de precipitación pluvial de la ciudad de La Paz, B. C. S., periodo 1921-2010.

Comisión Nacional del Agua. 2010. Datos históricos de temperaturas promedio, temperatura extrema mínima, temperatura extrema máxima, evaporación potencial, y humedad relativa en la ciudad de La Paz, B. C. S. Periodo 1970-2010.

Comisión Nacional del Medio Ambiente. 2001. Guía para la disminución de la cantidad de residuos que van a disposición final. Chile. 21p.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Última reforma publicada DOF 24-08-2009.

Constitución política del Estado libre y soberano de Baja California Sur. Última reforma publicada BO 24-12-2008.

Cortinas-de Nava C., 2003. Manual de capacitación para minimizar residuos a nivel municipal, a través de reducir, reutilizar y reciclar (3R). 68p.

Couto-Benitez, I. 2008. Evaluación de la gestión integral de residuos sólidos urbanos en la frontera norte: Los casos de Juárez, Reynosa y Tijuana. Tesis de Maestría en Administración integral del ambiente. Colegio de la frontera Norte-Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Tijuana, B. C. 246p.

De la Parra-Rentería C.A., Rodríguez-Lepure A.L., Pacheco-Pedraza A. 2010. Diagnóstico de los residuos sólidos urbanos en Tijuana, Baja California. Colegio de la Frontera Norte. 118p.

De la Torre, F. 2010. Gestión integral de residuos sólidos urbanos. Distrito metropolitano de Quito, Ecuador. Revista de casos exitosos de programas de gestión integrada de residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. 15p.

De Luca, M., Rosso, M. 2006. Estudio de calidad de los residuo sólidos urbanos. Resumen Ejecutivo. Instituto de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (FIUBA). Coordinación Ecológica, Área metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). Buenos Aires, Argentina. 85p.

Deffis-Caso, A. 1994. La basura es la solución. Árbol. Cuarta reimpresión. México. 277p.

Departamento de medio ambiente, alimentos y asuntos rurales del Reino Unido (DEFRA). 2008. Proyecto de limpieza de tiraderos a cielo abierto en 22 municipios de Nuevo León, 2008-2009. Manual de Gestión Integral de Residuos sólidos. Secretaría de Desarrollo

sustentable. Gobierno del Estado de Nuevo León. Primera edición. Monterrey, Nuevo León. 141p.

Dilewski, G., Florisbela-Dos Santos, A. L. Hernández-Barrios, C. P., Wehenpohl, G. 2002. Estudio de factibilidad para el empleo del tratamiento mecánico biológico en combinación con la recuperación de materiales para reciclaje y composteo, en la micro región de Santa María Rayón, Estado de México. Agencia de cooperación técnica Alemana (GTZ). 94p.

Diniz de Queiroz P. C. 2012. Un proyecto piloto para vivir sin relleno municipal. Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica. 5 (179):79-88.

Diputación Foral de Gipuzkoa. 2002. Plan integral de gestión de residuos urbanos de Gipuzkoa, 2002-2016. Departamento de Agricultura y Medio Ambiente. 275p.

Dirección general de servicios públicos municipales. Datos 2009. www.transparencialapaz.gob.mx

Do Carmo, M. S., Puppim-de Oliveira, J. A. 2010. The semantics of garbage and the organization of the recyclers: implementation challenges for establishing recycling cooperatives in the city of Rio de Janeiro, Brazil. Resources, Conservation and Recycling. 54:1261-1268.

Elias-Castells, X. 2009. Generalidades, concepto y origen de los residuos. Reciclaje de residuos industriales. Residuos sólidos urbanos y fangos de depuradora. Díaz de Santos. Segunda edición. España. 1295p.

Encarnación-Geraldo, E.M. 2005. Principales dificultades y propuestas de solución en el sistema de recolección de residuos sólidos del H.X Ayuntamiento de La Paz, B. C. S. Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California Sur. 43p.

Encuesta Nacional de Gobiernos Municipales (ENGM) 2004.

Escamirosa-Montalvo, L. F., Carpio-Penagos, C. U., Castañeda-Nolasco, G., Quintal-Franco, C. A. 2001. Manejo de los residuos sólidos domiciliarios en la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Plaza y Valdés. Primera edición. México. 129p.

Esquinca-Cano, F., Escobar-Villagrán, J.L., Hernández-López, A., Sánchez-López, G., Suárez-Sánchez, H. D. 1997. Estudios de caracterización y generación de residuos sólidos

municipales en cinco localidades de la costa del Estado de Chiapas. Secretaría de Ecología, Recursos Naturales y Pesca. SMISA, Sección Chiapas. 10p.

Favela-Ávila, H., Ojeda-Benítez, S., Lozano-Olvera, G. 2009. Cuantificación de residuos sólidos domésticos peligrosos generados en dos periodos estacionales en una ciudad mexicana. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Barranquilla, Colombia. 12p.

Ferrer, J., Gallardo, A., Vidal, R., Belles, M.J., Ramos, J. 1997. Metodología para la generación de alternativas a la gestión de los residuos sólidos urbanos. Aplicación a la ciudad de Castellón. Fundación Davalos-Fletcher. Primera edición. Castellón, España. 208p.

Fierro-Ochoa, A., Armijo-de Vega, C., Buenrostro-Delgado, O., Valdez-Salas, B. 2010. Análisis de la generación de residuos sólidos en Supermercados de la ciudad de Mexicali, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 26 (4): 291-297.

Florisbela-Dos Santos, A. L., Wehenpohl-Günther. 2001. De pepenadores y triadores. El sector informal y los residuos sólidos municipales en México y Brasil. *Gaceta ecológica*. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F. 60: 70-80.

Franco-García, E. 2007. Caracterización de residuos sólidos urbanos en contenedores de la universidad autónoma de Nuevo León, campus ciudad universitaria. Tesis de licenciatura para obtener el título de Biólogo. Facultad de Ciencias Biológicas. Departamento de Biología Celular y genética. Monterrey, N.L. 94p.

Fuertes, C. 2003. Informe Nacional de sustentabilidad de las microempresas de manejo de residuos sólidos (MEMRS). Proyecto regional de balance y evaluación de la sustentabilidad de las MEMRS. Perú. 12p.

Fullerton, D., Kinnaman, T. C. 1996. Household responses to pricing garbage by the bag. *American Economic Review*. 86: 971-984.

Galicia D. 2011. San Nicolás de los Garza. Un ejemplo de ciudad limpia y un manejo de residuos sólidos eficiente. *Alcaldes*. (20):16-17.

Gallardo Izquierdo Antonio, García Gargallo A., Bovea Edo, Mendoza Colomer. 2006. Metodología para la ubicación de ecoparques. Aplicación al término municipal de Castellón. X Congreso Internacional de Ingeniería de proyectos. Universitat Jaume I. Valencia, España. 12p.

- Gallardo, A., Bovea, M. A., Colomer, F. J., Prades, M., Carlos, M. 2010. Comparison of different collection systems for sorted household waste in Spain. *Waste Management*. 30: 2430-2439.
- Gallardo, A., Bovea, M. D., Colomer, F.J., Carlos, M., Prades M. 2008. Estudio de los modelos de recogida selectiva de residuos urbanos implantados en ciudades españolas. Análisis de su eficiencia. Noveno Congreso nacional de Medio Ambiente. Castellón, España. 14p.
- Gallardo, A., Bovea, M.D., Colomer, F.J., Montilla-Gómez, J. C., Prades, M., 2009. La recogida selectiva de residuos urbanos mediante los ecoparque o puntos limpios. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Universitat Jaume I. Red de Ingeniería en Saneamiento Ambiental. Universidad del Norte. España. 14p.
- Gallardo, A., Prades, M., Bovea M. D., Colomer, F. J. 2008. Estudio de la generación y composición de los residuos domiciliarios en el municipio de Castellón. Ingeniería de Residuos. Departamento de Ingeniería Mecánica y Construcción. Universitat Jaume I. Castellón, España. 10p.
- García-Vázquez, F. R. 2008. Análisis de la generación de residuos sólidos urbanos en la ciudad de Xalapa, Veracruz. Tesina. Trabajo de experiencia recepcional. Universidad Veracruzana. Facultad de Biología. Xalapa, Veracruz. 79p.
- Gaviria-Montoya, L., Soto-Córdoba, S. 2007. Situación de la gestión de residuos sólidos en las municipalidades en Costa Rica: recolección, disposición y recuperación. *Tecnología en marcha*. 20(4):3-7.
- Gaxiola-Camacho, I. E. 1995. Patrones de consumo y basura doméstica en Mexicali. Tesis inédita de maestría en Arquitectura. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B. C.
- Germá, B. 2006. Gasto municipal por el servicio de residuos sólidos urbanos. *Revista de economía aplicada*. 14(41):5-32.
- Gómez-Méndez, M. G. 2009. Aplicación de técnicas de ciclo de vida al diseño de un sistema de gestión de residuos urbanos para la ciudad de Chihuahua. Tesis doctoral. Departamento de Ingeniería química. Universitat Rovira I Virgili. Tarragona, España. 224p.
- Gómez-Méndez, M. G., Meneses, M., Ballinas, L., Castells, Francesc. 2008. Characterization of urban solid waste in Chihuahua, México. *Waste Management*. 28 (12): 2465-2471.

González, N., Pardo, G., Vidal, R. M., Guzmán-Delgado, Gerino, Valenzuela-López, Augusto, Grimaldo-Téllez, M. del C., Quevedo-Galindo, M. del C. 2002. Manual de manejo adecuado de residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Centro de Educación y Capacitación para el Desarrollo Sustentable (CECADESU). Primera edición. México, D. F. 66p

Guerrero-Pedraza, S. 2004. Manejo y gestión de los residuos sólidos municipales en la ciudad de Ensenada. Tesis de maestría en administración integral del ambiente. Colegio de la frontera Norte, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California. Tijuana, B. C. 117p.

Guevara-Franco, J. L. y Flores-Castillo, L. P. 2011. Caracterización de residuos sólidos domiciliarios en Quintana Roo. Hacia la sustentabilidad: los residuos sólidos como fuente de energía y materia prima. Cuarto simposio iberoamericano de ingeniería de residuos. 31-35p.

Gurza-Gómez Palacio, A. L. 2002. Políticas de manejo de desechos sólidos municipales en áreas naturales protegidas de la Península de Baja California. Los casos de parque bahía de Loreto, la reserva de la biosfera de El Vizcaíno y el Área de protección de flora y fauna del valle de los Cirios. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera edición. México. 58p.

Gutiérrez-Avedoy, V. 2006. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición. México, D.F. 112p.

Hernández-Barrios, C. P., Wehenpohl, G., Heredia-Cantillana, P. H. 2005. Guía para la realización de planes de regularización conforme a la NOM-083-SEMARNAT-2003. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Primera edición. México. 85p.

Hernández-Barrios, C. P. 2000. Estudio de generación y caracterización de residuos sólidos municipales. Grupo de consultores en ingeniería ambiental. México. 66p.

Hernández-Barrios, C. P., Wehenpohl, G. 2002. Manual para la rehabilitación, clausura y saneamiento de tiraderos a cielo abierto en el Estado de México. Gobierno del Estado de México. Secretaría de Ecología. Dirección General de Prevención y control de la contaminación del agua, suelo y residuos. 102p.

Hernández-Barrios, C. P.; Wehenpohl-Günther; Sánchez-Gómez, J. 2003. Guía para el desarrollo, presentación y evaluación de proyectos ejecutivos para rellenos sanitarios. Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México. México. 172p.

Herrera-Ulloa, A. F. 2004. Indicadores de sustentabilidad en el desarrollo de la industria turística en Baja California Sur. Tesis de Doctorado en Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. 107p.

Hristovski, K., L. Olson L., Hild N., Peterson D., Burge S. 2007. The municipal solid waste system and solid waste characterization at municipality of Veles, Macedonia. *Waste Management*. 27:1680-1689.

Hülstrunk, W. ¿Qué es el programa competitividad y medio ambiente? 2008. *Ambientico*. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 3-4

Iglesias-Piña, D. 2007. Costos económicos por la generación y manejo de residuos sólidos en el municipio de Toluca, Estado de México. *Equilibrio económico*. 3(2):131-148.

Ingeniería Integral y Recursos Naturales. 2010. Programa de manejo integral de residuos sólidos del municipio de La Paz. XIII Ayuntamiento de La Paz. México. 708p

Instituto de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires (Fiuba). Coordinación Ecológica, Área metropolitana Sociedad del Estado (CEAMSE). 2009. Estudio de calidad de los residuos sólidos urbanos, 2009. Informe final. Buenos Aires, Argentina. 105p.

Instituto Nacional de Ecología. 1984. Estudio sobre la organización cooperativa de los pepenadores y su factibilidad de aplicación en otras ciudades, ciudad Juárez, Chihuahua. Subsecretaría de ecología. Instituto Nacional de Ecología. México. Primera edición. 222p.

Jami-Tapia, A. 2008. Manejo de residuos sólidos urbanos (RSU) en la zona Eloy Alfaro del distrito metropolitano de Quito-Ecuador. *Gestión de residuos*. (1):10.

Janssen, J. 2008. Opciones tecnológicas en el manejo de residuos sólidos. *Ambientico*. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 23-24.

Jara, D. L. 2008. Planes municipales de gestión de residuos sólidos. Procesos y retos. *Ambientico*. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 10-12.

Juha-Heikki, T., Juha, K. 2001. Comparison of methods used in the collection of source-separated household waste. *Waste Manage Res*. 19:486-497.

Kinnaman T. C., Fullerton D. 1999. The economics of residential solid waste management. 47p.

- Kokusai-Kogyo Co. 1999. Estudio sobre el manejo de residuos sólidos para la ciudad de México de los Estados Unidos Mexicanos. Informe Final. Volumen I. Resumen ejecutivo. Agencia de cooperación internacional del Japón (JICA). 120p.
- Kumar, S. 2010. Effective Municipal Solid Waste Management in India. Waste Management. Sunil Kumar. Intech. Croatia. 232p.
- Lagunas-Vázquez, M., Romero-Schmidt, H., Ortega-Rubio, A. 2002. Solid Waste Management in the Baja California peninsula. En Amorsa, D., Brebbia, C. A., Sales, D., Popov, V. (eds.) Waste Management and the environment. WITPRESS. Southampton, Boston. Primera edición. 81-88p.
- Lesur L. 2001. Manual del Manejo de la basura. ed. Trillas. 2da. Ed. 10p.
- Ley Ambiental del Estado de San Luis Potosí. 1999. 73p.
- Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (LRSDF). 2003. Publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 22 de abril de 2003. México. 26p.
- Ley Federal del Trabajo. Reglamentario del artículo 123 Constitucional. 2001. México. P.
- Ley General del equilibrio ecológico y la protección al ambiente (LGEEPA). 1988. Última reforma publicada en el DOF 28-01-1988. 97p.
- Ley General para la prevención y gestión integral de los residuos (LGPGIR). 2003. Última reforma publicada DOF 19-06-2007. 42p.
- Lobo-Ugalde, S., Marín-Araya, M., Rudín-Vega, V. 2007. Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA), Asociación Centroamericana para la Economía, la salud y el ambiente (ACEPESA). San José, Costa Rica. 107p.
- López-Garrido, J., Pereira-Martínez, J., Rodríguez-Acosta, R. 1980. Eliminación de los Residuos sólidos urbanos. Editores Técnicos Asociados, S.A. Primera edición. Barcelona, España. 351p.
- López-Ocaña, G., Hernández-Barajas, J. R., Chacón-Nava, J. G., Bautista-Margulis, R. G. 2008. La generación de residuos sólidos urbanos en el municipio del Centro, Tabasco. Kuxulkab. 14(26):55-64.
- López-Ocaña, Gaspar, Hernández-Barajas, J. R., Chacón-Nava, J. G., Bautista-Margulis, R. G. 2007. La generación de residuos sólidos urbanos en el municipio del centro, Tabasco. División Académica de ciencias biológicas, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Centro de Investigación en Materiales Avanzados (CIMAV). 10p.

- Loredo-Bañuelos, E. 2007. Un enfoque sistemático para el manejo de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de San Luis Potosí. *Ciencia, San Luis Potosí*. 3 (29):7.
- Luna, C. 2002. Caracterización de los residuos sólidos domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico: un estudio de caso para Tijuana, B. C. Tesis para obtener el grado de Maestro en Administración Integral del Ambiente. Colegio de la Frontera Norte. Tijuana, B. C. México.
- Macías-M., C. H., Balcorta-Sobrino, M. 2007. La disposición final de los residuos. *Ciencia, San Luis Potosí*. 3 (29): 4.
- Magera, M. 2008. Viabilidad económica del reciclaje de residuos sólidos. Un estudio de caso en el cantón de San Rafael de Heredia. San José, Costa Rica. Programa Competitividad y Medio Ambiente (CYMA), Agencia Alemana de cooperación técnica (GTZ). 46p.
- Maldonado, L. 2006. Reducción y reciclaje de residuos sólidos urbanos en centros de educación superior: Estudio de caso. *Ingeniería*. 10(1): 59-68.
- Manual de gestión integral de residuos sólidos. Proyecto de limpieza de tiraderos a cielo abierto en veintidós municipios de Nuevo León, 2008-2009. "Closure of Municipal Dumps". Department for environment, food and rural affairs (Defra), Embajada Británica en México, Secretaría de Desarrollo sustentable del gobierno del Estado de Nuevo León. Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de desechos (SIMEPRODE), Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 141p.
- Marín-León, R. 2010. Gestión Integral de Residuos sólidos municipales, Cantón de Upala. Proyecto de implementación de mejores prácticas de gestión ambiental en las municipalidades de la zona norte de Costa Rica, adscritas a la Federación de Gobiernos Locales Costarricenses Fronterizos con Nicaragua (FGLCFN). 130p.
- Marmolejo, R., F. L., Kingler, A., A., R., Madera, P., A., C., Olaya, J., O., B., M., Ordoñez, C., A., J. 2010. Cuantificación y caracterización local: una herramienta básica para la gestión integral de los residuos sólidos residenciales. *Ingeniería e investigación*. 30(2):96-104.
- Marques, C., Simões P. 2010. Institutional development in the urban waste market in Portugal. Market structure, regulation an performance analysis. *Waste Management*. Kumar, S. 232p.
- Márquez-Cabrera, A., Pantoja-Pérez, A. D. 2005. Eficiencia en el manejo de los residuos sólidos en el municipio de La Paz. Tesis de licenciatura para obtener el título de Licenciado

en ciencias políticas y administración pública. Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). 97p.

Martínez-Velázquez, K. B. 2005. Modelo para el establecimiento de un centro de acopio, separación y comercialización de residuos sólidos en áreas urbanas de la Ciudad de La Paz, Baja California Sur. Caso proyecto de Santa Fe. Tesis para Obtener el título de Maestra en Economía del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales. Universidad Autónoma de Baja California Sur (UABCS). 99p.

McPeak, R. H. 2000. Amphibians and reptiles of Baja California. Primera edición. Global Interprint. Hong Kong. 99p.

Medina, M. 1997. Manejo de desechos sólidos y desarrollo sustentable. Medio Ambiente. 11(21): 70-80.

Medina, M. 1999. Reciclaje de desechos sólidos en América Latina. Frontera Norte. 11(21):7-31.

Medina-Roos, J. A., Jiménez-Yanes, I. 2001. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Primera edición. México. 198p.

Medina-Roos, J. A., Jiménez-Yanes, I., Aguirre-García, I., Vallejo-Aguilar, S. A., Robón-Camiro, R., Rocha-Jiménez, M. 2001. Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Primera reedición. México. 235p.

Ministry for the environment Government of Gibraltar. 2011. Gibraltar Waste Management Plan 2011. Environmental Agency Gibraltar. Primera edición. 72p.

Molina, F. 2008. El sector municipal en la gestión integral de residuos sólidos. La perspectiva de IFAM. Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 9-10.

Molina, M. 2001. Reflexiones sobre el tratamiento de los residuos sólidos urbanos en la provincia de La Pampa. 16p.

Montilla-Gómez, J. C., Gallardo-Izquierdo, A., Vidal-Nadal, M. R. 2000. Diseño de un plan de recogida de residuos sólidos urbanos utilizando tecnologías SIG. MAPPING. 60:40-46.

Moreno-Andrade, S. U. 1996. El conflicto ambiental: El caso de la operación de un incinerador de residuos peligrosos en Tijuana, Baja California. Tesis para obtener el grado

de Maestra en Administración Integral del Ambiente. Colegio de la Frontera Norte, Centro de Investigaciones científicas y estudios superiores de Ensenada. 44p.

Moreno-Jiménez, A. 2008. Sistemas y Análisis de la Información Geográfica. Manual de autoaprendizaje con ArcGIS. Ed. Alfaomega. Segunda edición México. 940p.

Musmanni, S. Nueva visión para la gestión integral de residuos sólidos en Costa Rica. 2008. Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 5-6

Musmanni-Sobrado, S. 2009. Nueva visión para la gestión integral de residuos sólidos en Costa Rica. Revista de la red de expertos iberoamericanos en Gestión de Residuos. (2):16-19.

National Geographic Society. 1987. Field guide to the birds of north America. Segunda edición. Washington, D. C. E. U. A. 463p.

Navarro, L. 2008. El plan de residuos sólidos Costa Rica, Proceso y perspectivas. Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 13-15.

Norma Oficial Mexicana. Especificaciones de protección ambiental para la selección del diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras públicas complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. (NOM-083-SEMARNAT-2003).

Ojeda-Benítez, S. 2008. Generación de residuos sólidos domésticos y su diferenciación por estrato socioeconómico en la familia Mexicalense. Universidad autónoma de Baja California. Instituto de Ingeniería. México. 10p.

Ojeda-Benítez, S., Armijo-de Vega, C., Ramírez-Barreto, M. E. 2000. The potential for recycling household waste: a case study from Mexicali, México. Environment and Urbanization.12(2): 163-173.

Ojeda-Benítez, S., Armijo-de Vega, C., Ramírez-Barreto, M. E. 2003. Characterization and quantification of household solid wastes in a Mexican city. Resources, conservation and recycling. 39(3):211-222.

Ojeda-Benítez, S., Muñoz-Luján, R., González-Navarro, F. F. 1998. Análisis estadístico del comportamiento de los residuos sólidos domiciliarios en una comunidad urbana. Frontera Norte. México. 10 (19): 65-76.

Ondorica-Mellado, M. 2004. Cambios demográficos y desafíos para la política de la población en México. Una reflexión a largo plazo. Papeles de población. México. (040):13-25.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2012. Gente resiliente en un planeta resiliente: un futuro que vale la pena elegir. 108p.

Ordaz, Y., Jiménez, I., Medina, J. A., Aguirre, I., Cebrián, A. 1999. Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). México. 203p.

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI), Secretaría de Estado para la Economía (SECO), Laboratorio de análisis de residuos (LARE). 2007. Guía para la gestión integral de los residuos sólidos urbanos. 140p.

Orostegui-Melendrez, K., Matos-Chamorro, A. 2009. Comportamiento de la generación de residuos sólidos domésticos en el distrito de Chaclacayo. Revista de Investigación Universitaria. 1(1): 44-51.

Orquiz, M. 2008. Ostentaron pepenadores monopolio en negocio de la basura por 34 años. El Diario. Cd. Juárez, Chihuahua. 8p.

Padilla-Massieu, C. 1992. La basura ¿contaminación sin solución? Morelia, Michoacán. 18p.

Paiva, V. 2006. El cirujeo, un camino informal de recuperación de residuos. Estudios demográficos y urbanos. 21(001):189-210.

Passaro, D. A. 2003. Report: waste management in Portugal between 1996 and 2002. Waste Management. 23:97-99.

Phuntsho, S., Herat, S., Shon, H., Vigneswaren, S., Dulal, I., Yangden D., Tenzin, U. M. 2009. Studying municipal solid waste generation and composition in the urban areas of Bhutan. Department of urban development & engineering services, ministry of works & human settlements. Thimphu, Bhutan. 23p.

Pineda-Pablos, N., Loera-Burnes, E. 2007. Bien recolectada pero mal tratada. El manejo municipal de la basura en ciudad Obregón, Hermosillo y Nogales, Sonora. Estudios sociales. 15(30):167-193.

Piñeda-Bañuelos, *et al.* 2010. Notas para una historia urbana de la Ciudad de La Paz. 1ra. Ed. Universidad Autónoma de Baja California Sur - Instituto Sudcaliforniano de Cultura del Gobierno de BCS. México. 180p.

Poltera, N., Soto, A. 2008. ¿Cuánto cuestan los residuos? *Ambientico*. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 16-18.

Ponte-de Chacin, C. 2008. Manejo integrado de residuos sólidos: Programa de reciclaje. *Revista de Investigación*. (63):173-200.

Posada, E. 2010. Strategic analysis of alternatives for waste management. Er Sunil Kumar. *Waste management*. Intech. Croatia. 232p.

Programa competitividad y Medio Ambiente (CYMA). 2008. Plan de residuos sólidos Costa Rica (PRESOL) Plan de acción. San José, Costa Rica. 78p.

Programa competitividad y Medio Ambiente (CYMA). Asociación Centroamericana para la economía, la salud y el ambiente (ACEPESA). 2008. Manual para la elaboración de planes municipales de gestión integral de residuos (PMGIRS). Primera edición. San José, Costa Rica. 152p.

Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Quintana Roo, México, 2009-2013. Instituto Politécnico Nacional (IPN). Primera edición. 159p.

Puig-De la Bellacasa, J. 1992. Envasados, residuos y medio ambiente. Distribución y consumo. (5): 62-69.

Quispe, C. 2010. Residuos sólidos urbanos: una guía práctica para la separación en origen en el partido de la Plata. Fundación ambiente y recursos naturales (FARN). Primera edición. Buenos Aires, Argentina. 64p.

Ramos-Cortez, C., Carmona-Morales, R., Cano-Leal, P., Semadeni-Mora, I. 1996. Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas Urbanas. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Instituto Nacional de Ecología (INE), México. Primera edición. 197p.

Rentería-Robles, A. M. 2010. Propuesta del plan de manejo de residuos sólidos para la procuraduría ambiental y del ordenamiento territorial del Distrito Federal (PAOT). Tesina de diplomado en Administración y estrategias ambientales. Instituto Politécnico Nacional (IPN). Centro Interdisciplinario de Investigación y estudios sobre medio ambiente y desarrollo (CIIEMAD). México, D.F. 61p.

Restrepo, I., Bernache, G., Rathje, W. 1991. Los demonios del Consumo. Basura y Contaminación. Centro de Eco-desarrollo. Primera edición. México, D.F. 270p.

- Restrepo, I., Phillips, D. 1985. La basura, consumo y desperdicio en el Distrito Federal. Centro de Eco-desarrollo. Segunda edición. México, D.F. 193p.
- Rivera-Sánchez, G. 2005. Diagnóstico de la problemática de los residuos sólidos urbanos en el municipio de Ciudad Ixtepec, Oaxaca. Tesis para obtener el grado de Ingeniero Ambiental. Universidad del Mar, Campus Puerto Ángel. Puerto Ángel, Oaxaca. 121p.
- Roberts-Norman, C. 1989. Baja California. Plant field guide. Natural history publishing company. Primera edición. United States of America. 309p.
- Robles, M., Gasca, S., Quintanilla, A. L., Guillen, F., Escofet, A. 2010. Educación ambiental para el manejo de residuos sólidos: el caso del Distrito Federal, México. Investigación Ambiental. Ciencia y política pública. Instituto Nacional de Ecología. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2(1):46-64.
- Rodríguez-Lepure, A. L. 2008. Gestión local e intergubernamental de los residuos sólidos urbanos, Una evaluación de las “buenas prácticas” en los municipios mexicanos. Tesis para obtener el grado de Maestra en administración integral del ambiente. El Colegio de la Frontera Norte, Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja, California. Tijuana, México. 158p.
- Rodríguez-Salinas, M. A., Córdova-y Vázquez, A. 2006. Manual de compostaje municipal. Tratamiento de residuos sólidos urbanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Instituto Nacional de Ecología. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit. Primera edición. México. 102p
- Rodríguez-Villeneuve, J. A. 2003. Determinación y evaluación de sitios para la disposición final de residuos sólidos municipales en la reserva de la biosfera El Vizcaíno, B.C.S. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias en el Uso, Manejo y Preservación de los Recursos Naturales. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz, B. C. S., México. 89p.
- Rudín, V. 2008. Gestión de residuos electrónicos en Costa Rica. Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos. (178): 21-22.
- Ruíz-Ríos, A., Roldán-Ruíz P. 2005. Guía técnica para la formulación de planes de minimización de residuos sólidos y recolección segregada en el nivel municipal. Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID). Perú. 100p.

Sánchez-Gómez, J., Estrada-Núñez, R. 1996. Estaciones de transferencia de residuos sólidos en áreas urbanas. Instituto Nacional de Ecología. Primera edición. México. 177p.

Sánchez-Olguín, G. 2007. Gestión integral de residuos sólidos urbanos en los municipios de Actopan, San Salvador y El Arenal del Estado de Hidalgo. Tesis para obtener el grado de Doctor en Química. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Hidalgo, México. 187p.

Sarukhan J. 2007. Una visión ecológica sobre la ética ambiental. Diálogos de bioética. UNAM. 23p.

Schamber P. J. 2010. Entrevista, Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos (GIRSU) de la Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (SAyDS) de Argentina. (4):4-6.

Schamber, P. J. 2010. Tendencias hacia una gestión integral de residuos sólidos urbanos en Argentina y desafíos para el trabajo con los recolectores informales. Revista de la red de expertos iberoamericanos en Gestión de Residuos. (4):19-21.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI). 1985. Relación de Normas Oficiales Mexicanas aprobadas por el comité de protección al ambiente. Contaminación del Suelo. México. 104p.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 1996. Manual Técnico sobre generación, recolección y transferencia de residuos sólidos municipales. Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). México. 145p.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL). 2007. Manual para determinar la factibilidad de reducción y reúso de residuos sólidos municipales. México. 125p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Agencia de Cooperación Técnica Alemana (GTZ). 2006. Una propuesta para la gestión ambiental municipal de los residuos sólidos. El Sistema Integral de Gestión Ambiental Municipal (SIGAM). México. Primera edición. 72p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Comisión Mexicana de Infraestructura Ambiental (COMIA), Agencia de Cooperación técnica Alemana (GTZ). 2003. La basura en el limbo: Desempeño de Gobiernos locales y Participación privada en el Manejo de Residuos Urbanos. Primera edición. México. 108p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2008. Programa nacional para la prevención y gestión integral de los residuos 2009-2012. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). México. 174p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2007. Política y estrategias para la prevención y gestión integral de residuos en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 15p.

Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2010. Programa Nacional de Remediación de sitios Contaminados. México. 152p.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Primera edición. México. 92p.

Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 1997. Estadísticas e indicadores de inversión sobre residuos sólidos municipales en los principales centros urbanos de México. Instituto Nacional de Ecología. México. 60p.

SEDESOL, 1998. El manejo de los residuos sólidos municipales en México. Sancho y Cervera, J. – Rosiles G.

SEDESOL, 2005. El manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial en México. Sancho y Cervera, J – Rosiles, G.

Serrano-G., M. F., Ferreira, J. S. 2009. Aprovechamiento de los escombros para la producción de concreto. II Simposio Iberoamericano de Ingeniería de residuos. 10p.

Staley, B. F., Morton, A. B. 2009. Composition of municipal solid waste in the United States and Implications for Carbon Sequestration and Methane Yield. Journal of environmental engineering.

Taboada-González, P. A., Aguilar-Virgen, Q., Ojeda-Benítez, S. 2011. Análisis estadístico de residuos sólidos domésticos en un municipio fronterizo de México. Avances en Ciencias e Ingeniería. 2(1):9-20.

Tchobanoglous, G., Theissen, H., Eliassen, R. 1982. Desechos sólidos. Principio de Ingeniería y administración. Ambiente y los recursos naturales renovables. Venezuela. 216p.

Torres-Espino, G., Sampedro-Rosas, M. L., Rosas-Acevedo, J. L. 2003. Problemática de la gestión de los residuos sólidos en la zona urbana de la ciudad de Acapulco, Guerrero. Unidad de Ciencias de Desarrollo Regional, Universidad autónoma de Guerrero. 10p.

Vázquez-Esquivel, R. 2011. La Gestión del diseño industrial en el manejo de desechos sólidos domésticos en la ciudad de San Luis Potosí. Tesis de Maestría en ciencias del hábitat en Gestión y diseño de producto. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 221p.

- Vega-Rivera, M. A., Shastri, R., Gudiño, J. 2007. Oportunidades y desafíos en el reciclaje de plásticos en el Estado de San Luis Potosí. *Ciencia, San Luis Potosí*. 3 (29): 5.
- Velázquez-Monroy, O. J. 1999. Los segregadores de basura y los factores de riesgo a a la salud. Seminario internacional. Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos, siglo XXI. Secretaría de Salud. México. 10p.
- Velázquez-Patiño, A. C. 2006. Gestión ambiental y tratamiento de residuos urbanos (Manuscrito): propuesta para la zona metropolitana de Guadalajara a partir de las experiencias de la unión europea. Memoria para optar al grado de doctor. Facultad de Geografía e historia. Departamento de Geografía humana. Universidad complutense de Madrid. Madrid. 529p.
- Vera-Toledo, P. 2010. Manejo inadecuado de residuos sólidos urbanos como una causa de la pérdida de biodiversidad en Chiapas. Lacandonia. *Revista de Ciencias de la Universidad de Ciencias de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. (UNICACH)*. 4(1):65-74
- Wehenpohl, G., Hernández-Barrios, C. P. 2002. Guía en la elaboración de planes maestros para la gestión integral de los residuos sólidos municipales (PMGIRSM). Secretaría de Ecología del Gobierno del Estado de México. México, D. F. 108p.
- Wehenpohl, G., Hernández-Barrios, C. P. 2006. Guía para la elaboración de programas municipales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Primera edición. México. 71p.
- Zeng, Y., Trauth, K. M. 2005. Internet-based fuzzy multicriteria decision support system for planning integrated solid waste management. *Journal of environmental informatics*. 6(1):1-15.
- Zeng, Y., Trauth, K. M., Peyton, R. L., Banerji, S. K. 2005. Characterization of solid waste disposed at Columbia Sanitary Landfill in Missouri. *Waste management and research*. 23:62-71.
- Zepeda, F. 1995. El manejo de residuos sólidos municipales en América Latina y el Caribe. 31p.
- Zuñiga, R., Spies, S. 2008. Participación social necesaria en la gestión integral de residuos sólidos. *Ambientico. Revista mensual sobre la actualidad ambiental. Por una inmediata gestión integral de los residuos sólidos*. (178): 19-20.

11. ANEXOS

Anexo 1. Fuentes de financiamiento para el establecimiento de nuevas estrategias de manejo de residuos sólidos urbanos

En México la dimensión del problema del manejo inadecuado de los RSU supera la dinámica pública y hace insuficiente la cantidad de recursos disponibles localmente para su solución, por lo que resulta imprescindible ampliar y diversificar las fuentes de financiamiento que puedan contribuir a mejorar el servicio para el manejo de los mismos. Para ello, en el país existen numerosas opciones de financiamiento a las que los municipios o gestores del servicio han recurrido con mayor o menor grado durante los últimos años (SEMARNAT, 2008).

A continuación se mencionan las principales fuentes de financiamiento en México para el MRSU, entre estos se tienen programas sociales, técnicos y de gestión, apoyados ya sea por los gobiernos estatal y federal, bancos nacionales y extranjeros, entre otras agencias.

- **Agencia alemana (KFW).** Cooperación financiera Alemana para el desarrollo de la infraestructura económica en América Latina y el Caribe. Es un grupo bancario. Fundado en 1948, con sede en Frankfurt y sucursales en Berlín, Bonn y Polonia.
- **Anexo 31 del Presupuesto de Egresos de la Federación.** Recursos destinados a apoyar a los municipios en la construcción de infraestructura ambiental, mediante transferencias a fondo perdido, para proyectos en el MRSU. Esta bolsa inició con 8 mdp, en 2010 se incrementó hasta 1,350 mdp, y se espera que esta cifra siga en aumento (Saldaña, 2011).
- **Banco Interamericano de Desarrollo (BID).** Es una fuente de asistencia financiera y técnica para países en desarrollo. Está formado por el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF) y la asociación Internacional de Fomento (AIF). Cada institución tiene una función diferente para alcanzar la misión de reducir la pobreza y mejorar los niveles de vida de la gente. El BIRF centra sus actividades en

los países de ingreso mediano y los países pobres con capacidad crediticia, mientras que la AIF ayuda a los países más pobres del mundo. Juntos ofrecen préstamos con intereses bajos, créditos sin intereses y donaciones a los países en desarrollo para proyectos de educación, salud, medio ambiente, infraestructura, comunicaciones y otras esferas.

Entre los temas ambientales que apoya el banco mundial (BM) se encuentra el de la gestión integral de residuos. Sus apoyos se encuentran en la planeación estratégica, análisis de opciones y costos y el involucramiento del sector privado. En los proyectos de residuos que apoya el BM es indispensable la participación comunitaria en la colecta de los residuos.

- ***Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos (BANOBRAS)***. En su carácter de banca de desarrollo y con el propósito de contribuir al crecimiento sustentable de México, aporta recursos económicos necesarios a través de créditos para infraestructura ambiental para hacer eficientes el manejo de los residuos, así como para dar capacitación técnica en los municipios del país. En 2005 por ejemplo, se unieron BANOBRAS, SEMARNAT y SEDESOL, para iniciar un plan de trabajo en conjunto (Aviña-Hernández, 2011).

Este banco otorga créditos en condiciones competitivas, a municipios y/o al sector privado, bajo el esquema de proyectos con fuente de pago propia, de hasta el 70 % de la inversión y 80 % del periodo de la concesión o contrato de prestación de servicios de manejo de residuos sólidos. En estas operaciones los proyectos pueden tener un alcance donde se incluya la generación de energía eléctrica a partir de biomasa o el biogás de los residuos sólidos. Nacional financiera, y el Banco Nacional de Comercio exterior (SNC) (NAFIN BANCOMEXT) cuentan con varios instrumentos de financiamiento que también pueden apoyar la implementación del PNPGIR. El más reciente de ellos es el fondo mexicano de carbono que cuenta entre sus líneas de acción el apoyo a sitios de disposición final de residuos, en los que apoya proyectos de mitigación de gases de efecto invernadero (GEI).

- ***Cobro formal del servicio a los usuarios del servicio de limpia.*** A pesar de ser el método financiero más apropiado para darle viabilidad al servicio de limpia, es el método menos utilizado en México (SEMARNAT, 2008) . Los ayuntamientos no conocen el costo real que el servicio de limpia representa para ellos, ya que el financiamiento de recursos proviene directamente del llamado Ramo 33 (Dilewski *et al.*, 2002), además que la prestación de servicios públicos municipales en México no sólo incluye actividades de limpieza, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, sino también el servicio de agua potable, drenaje, alcantarillado y disposición de sus aguas residuales, el alumbrado público, mercados y centrales de abasto, panteones y cementerios, rastros, calles, parques, jardines y su equipamiento, así como nóminas y seguridad pública (Rodríguez-Lepure, 2008).

Generalmente el tema de cobro por el servicio de limpia resulta envuelto en asuntos de sensibilidad política y social. Esto es a pesar de que la LGPGIR (2003) en su artículo 10, fracción X, otorga a los municipios la facultad para efectuar el cobro por el pago de servicios de manejo integral de RSU para destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los sistemas de manejo, al igual que en México, el problema en los países latinoamericanos es generalizado, ya que los municipios cobran a tasas y tarifas mínimas. La débil participación ciudadana en la solución al problema de cobro se debe a que la población considera que el MRSU compete únicamente a las autoridades municipales, considerando incluso como obligación del municipio proporcionar el servicio gratuitamente, aunado a esto se tiene la falta de educación comunitaria, su bajo nivel económico, o simplemente el servicio es de tan baja calidad que los usuarios muestran baja disposición a pagarlo (Acurio *et al.*, 1998). El hábito de la gratuidad es tal que la población espera el servicio como contraprestación directa por el pago de sus impuestos, particularmente el predial. Lo cual sumado a los aspectos de cuidado al entorno y salud, lo convierten en una actividad crítica para el gobierno municipal (De la Parra-Rentería, 2010). En teoría, la estructura tarifaria debería distribuir los costos de manejo de residuos, garantizando el cumplimiento de los ordenamientos legales vigentes, la calidad de vida,

imagen urbana y conservación de los recursos naturales (DBGIR, 2006). En México, algunos municipios han optado por establecer una tarifa de cobro por los servicios de recolección, transporte y disposición final de residuos; estableciéndose para ello dos tipos de tarifas: para residuos provenientes de casas-habitación y los provenientes de comercios e industrias. Sin embargo, aún se tienen grandes dificultades para efectuar el cobro. De acuerdo con Rodríguez-Lepure (2008) lo recomendable es cobrar el pago en la boleta predial en los primeros dos meses del año, aunque Acurio *et al.* (1998) considera que este último método de cobranza no es eficiente ni tampoco cuando es cobrado directamente a través de una tarifa específica, pues el índice de morosidad es muy alto. En cambio se dice es más eficiente cuando se factura con otros servicios públicos como agua potable y energía eléctrica. El problema que generalmente se suscita con esta forma de cobro, es cuando se crean dispositivos legales que impiden este tipo de comercialización y el corte de servicios de agua potable, electricidad cuando se incumple el pago del servicio de aseo. Cuando se privatiza alguna de las etapas de MRSU, para las empresas privadas, concesionarias o contratistas el cobro directo de tarifas a los usuarios siempre se llega a convertir en un aspecto crítico, por lo que la municipalidad es generalmente quien recauda y quien paga al concesionario o contratista privado (Acurio *et al.*, 1998).

- ***Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN)***. De muy reciente creación y de mayores alcances que sus diversos antecesores, incluye una línea especial para medio ambiente dentro de la cual se precisan las alternativas de financiamiento para proyectos de protección ambiental: gestión integral de residuos. El decreto por el que se ordena la creación de este fondo fue publicado en el DOF el 7 febrero de 2008. Estableciéndose que los recursos del mismo serán utilizados con base en las prioridades de inversión para el cumplimiento de las metas del Programa nacional de infraestructura 2007-2012, en proyectos de los sectores del transporte, hidráulica, turismo, y medio ambiente en todo el país. La administración y operación del fondo está a cargo de BANOBRAS. Dentro del sector del Manejo Ambiental el tema de RSU es atendido a través del programa de RSM

(PRORESOL), que busca apoyar a los municipios, grupos de municipios o regiones que alberguen una población mínima de 100 mil habitantes y que pretendan desarrollar un proyecto de GIR con la participación del sector privado (SEMARNAT, 2009).

- ***Fondo a Pequeñas y Medianas Empresas (PYME)***. Es un programa de acceso al financiamiento otorgado por la Secretaría de Economía (SE) la cual ha firmado convenios con instituciones y organismos financieros a través de los cuales las micro, pequeñas y medianas empresas con necesidades de financiamiento, que demuestren viabilidad operativa y financiera, puedan solicitar el apoyo de un extensionista financiero, el cual puede ser una persona física o moral, independiente y especializada, acreditada previamente por institución reconocida, que apoya, guía y asesora a las micro, pequeñas y medianas empresas en el diagnóstico, gestión y seguimiento de un financiamiento. Con este fondo se puede acceder directamente a los contactos de las instituciones y organismos financieros que brindan financiamiento para satisfacer necesidades de capital de trabajo como gastos operativos, pago a proveedores, pago a sueldos, renta de locales comerciales, compra de mercancías, compra de materias primas, adquisición de activo fijo como equipo de transporte, ampliación y modernización de instalaciones, maquinaria y herramientas, terrenos, edificios o locales.

- ***Fondo metropolitano***. Tiene por objeto ejecutar planes, estudios, evaluaciones, programas, proyectos, acciones y obras de infraestructura y su equipamiento en las zonas metropolitanas, para impulsar su competitividad económica, capacidades productivas, obras que incentiven su viabilidad y disminuyan vulnerabilidad a fenómenos naturales, ambientales y dinámica demográfica y económica, su consolidación urbana y aprovechamiento óptimo de ventajas competitivas. De inicio, las zonas metropolitanas que podrán ser susceptibles de obtener recursos son las siguientes: Valle de México, Guadalajara, Monterrey, León, Puebla, Querétaro y la Laguna. Dentro de los proyectos susceptibles de ser apoyados se encuentran los

de saneamiento (residuos de todo tipo) y de protección y cuidado de recursos naturales y medioambiente.

- ***Fondo para proyectos de prevención de la contaminación (FIPREV)***. La fundación Mexicana para la innovación y Transferencia de Tecnología a las pequeñas y medianas empresas (FUNTEC) administra este fondo que ofrece financiamiento a las empresas proveedoras que lo requieran. El FIPREV no persigue fines de lucro sólo busca recuperar los costos de administración de los créditos que otorga. Sus apoyos están dirigidos hacia pequeñas y medianas empresas interesadas en instrumentar medidas de prevención de la contaminación en sus procesos. Los apoyos previstos por el FIPREV pueden alcanzar hasta 50,000 dólares o constituir hasta el 80 % de las inversiones previstas en un proyecto específico. Las condiciones establecidas por el FIPREV para otorgar sus créditos son unas de las más competitivas del mercado.

- ***Programa de la Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) y el Banco de Desarrollo de América del Norte (BDAN)***. Creados por México y Estados Unidos en el marco del tratado de libre comercio para América del Norte, con el fin de apoyar el desarrollo de proyectos de infraestructura ambiental en la región fronteriza entre ambos países. Como una de sus prioridades atienden proyectos de residuos sólidos, incluyendo sistemas de recolección, disposición final, reducción y reciclaje. La COCEF cuenta con un programa de asistencia técnica que permite apoyar con fondos no reembolsables la evaluación y desarrollo de proyectos de residuos sólidos. De igual manera, el BDAN cuenta con el programa ambiental para el manejo de RSM, el cual permite apoyar con fondos no reembolsables la construcción de los proyectos certificados por la COCEF. En su cartera de proyectos, estas instituciones atienden actualmente varias propuestas prioritarias para el manejo de residuos sólidos en los estados de la frontera norte.

- ***Programa de residuos sólidos (PRORESOL)***. Este programa opera a través de FONADIN, que administra BANOBRAS. Incluye aportaciones a fondo perdido, para formulación de estudios y proyectos técnicos y de factibilidad.

- ***Programa hábitat***. Es un subprograma que instrumenta la SEDESOL desde el año 2003 para atender a la población en situación de pobreza que habita en las ciudades y zonas metropolitanas mediante la aplicación conjunta de programas sociales y de desarrollo urbano. Es para el mejoramiento del entorno urbano. En 2004 el programa se diversificó en tres vertientes: fronteriza, general y centros históricos y ampliado sus modalidades, que incluyen los aspectos y acciones como el ordenamiento del territorio y mejoramiento ambiental y la planeación urbana y agencias de desarrollo hábitat. En su línea de residuos sólidos, la cual entró en operación desde hace 8 años, se concentra en la construcción de infraestructura y provisión de equipamiento para instalar y fortalecer los sistemas de recolección y disposición de RSD. Su interés se concentra en temas de recolección y disposición final. Ha sido de gran apoyo al establecimiento de proyectos intermunicipales y de micro-rellenos en zonas rurales y marginadas.

- ***Proyecto de cadenas competitivas de proveedores de la Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte (CCA)***. Este proyecto es un esfuerzo conjunto de la CCA, Iniciativa GEMI México y empresas grandes como Colgate-Palmolive, Janssen-Cilag y Bristol-Myers Squibb. Mediante capacitación y asistencia técnica y financiera, el proyecto busca ayudar a pequeñas y medianas empresas proveedoras de otras grandes a mejorar su competitividad y desempeño ambiental mediante la reducción de costos de operación, al tiempo que desarrolla capacidades dentro de las empresas participantes para hacerlo en forma continua y permanente. No está pensado para mejorar el desempeño de proveedores de las dependencias gubernamentales y de empresas que buscan que se minimicen y valoricen sus residuos, sin embargo, se puede explorar este tipo de apoyos.




- ***Proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)***. Es un esquema vigente desde 2004, una vez constituida la oficina de proyectos de desarrollo limpio en la SEMARNAT. Es de trámite largo, identifica un proyecto limpio a partir de su contribución a la reducción global de emisiones. Este mecanismo asegura el pago por la venta de bonos de carbono a la instancia que reduce la emisión de gases de efecto invernadero ya sea por la captación de metano (a través de biogás), o empleando plantas de transformación de energía. Identifica un proyecto limpio a partir de su contribución a la reducción global de emisiones (SEMARNAT, 2008).
- ***Proyectos de mercado de metano (M2M o metano a mercados)***. De reciente creación, este mecanismo fue diseñado por la Agencia de Protección Ambiental (EPA), a diferencia del MDL, tiene un procedimiento más sencillo para la venta de bonos de carbono.
- ***Recursos fiscales de aportación privada (AP)***. Varios gobiernos municipales y Estatales del país han solucionado el tema de los residuos con recursos propios del gobierno municipal y de origen fiscal, o a través de aportaciones de otras instituciones locales, o de su propia gestión de financiamiento, cuando lo han necesitado, la inversión se puede destinar para mejorar la infraestructura en rellenos controlados, rellenos sanitarios, maquinaria y equipo de operación de RS, equipo de limpia y recolección de residuos.
- ***Recursos presupuestales de la administración pública***. Varios municipios del país han solucionado el tema de los residuos con recursos propios (gobierno estatal o municipal), a través de aportaciones de otras instituciones locales, o de su propia gestión de financiamiento, cuando lo han necesitado. En Aguascalientes y Nuevo León los recursos para la construcción y operación de infraestructura para la gestión de residuos incluyeron aportaciones estatales y la conformación de un organismo operador (PNPGIR, 2006-2012)

- ***Recursos privados (co-administración o concesión)***. Algunos municipios han optado por la concesión de uno o varios eslabones de la cadena de la gestión de residuos a empresas privadas. En este modelo el municipio no desembolsa sus propios recursos, pues el empresario se encargará de invertir en el equipo o la infraestructura, a cambio de cobros por volumen depositado en su relleno (SEMARNAT, 2008).

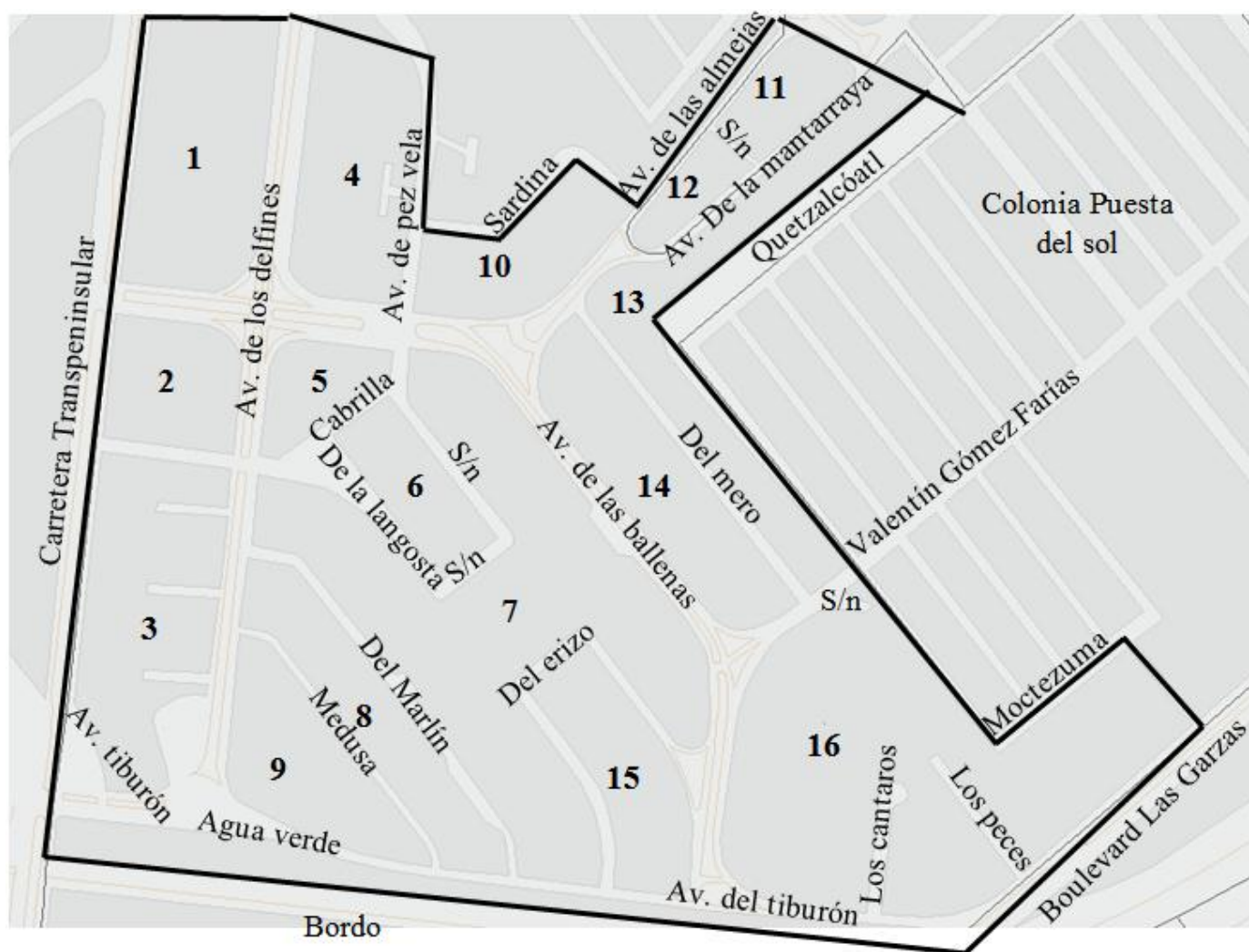
- ***Servicio de limpieza de predios***. Es otra manera de obtener ingresos es por el cobro de cuotas por los servicios de limpia de lotes baldíos en zonas urbanas y el transporte de los mismos que resulten de la limpieza así como de la recolección a comercios e industrias (Rodríguez Lepure, 2008).

- ***Venta de residuos reciclables***. consiste en la venta de los residuos reciclables obtenidos tras su separación ya sea primaria o en los sitios de disposición final. (Rodríguez Lepure, 2008).

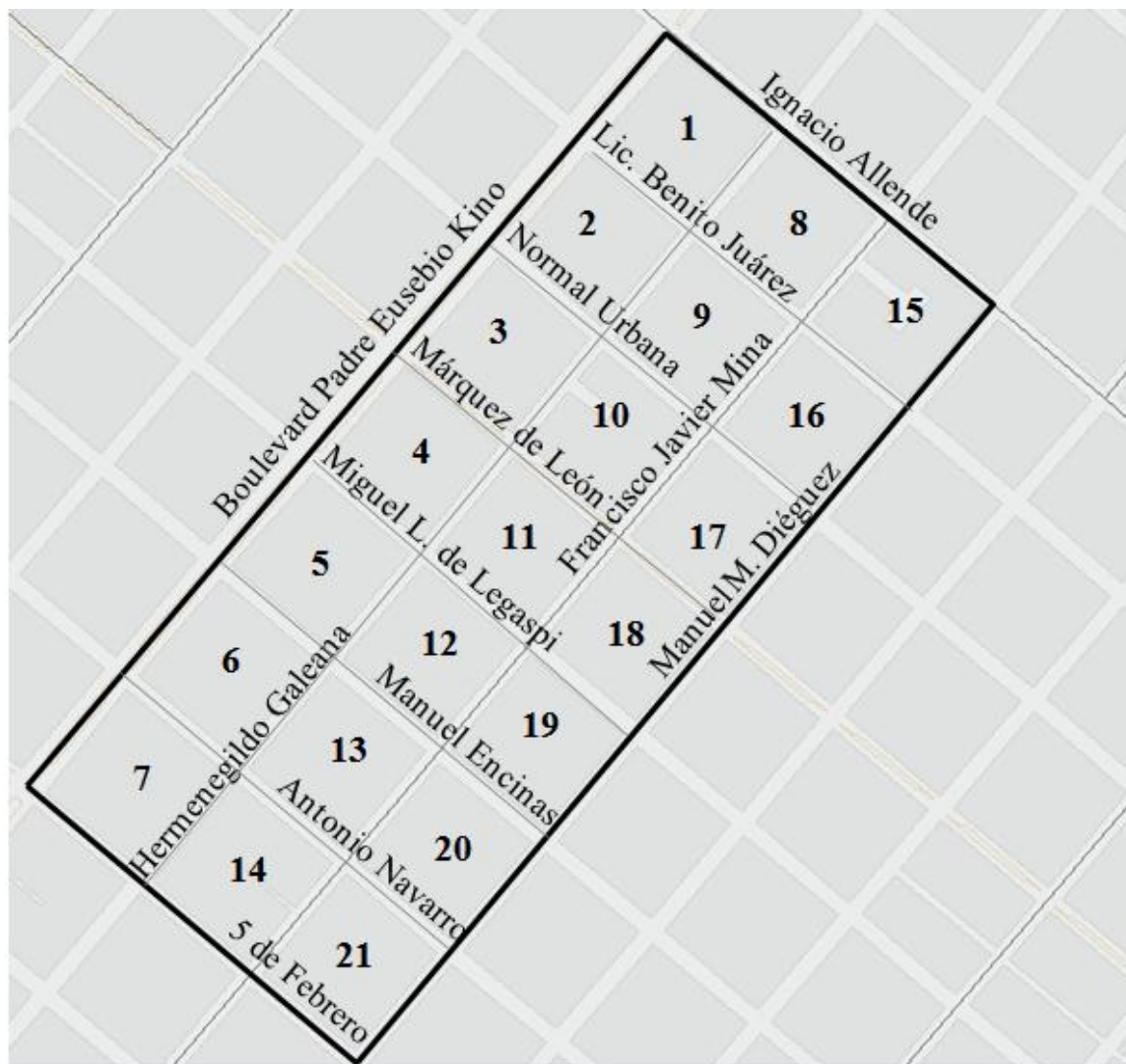
Anexo 2. Código de identificación de plásticos (SEDESOL, 2007)

SIMBOLO	SIGLAS	NOMBRE	USO DE ORIGEN	USO RECICLADO
	PET o PETE	Polietil tereftalato	Envases de bebidas gaseosas, jugos, jarabes, aceites comestibles, diversos recipientes de alimentos.	Filamento para alfombras, vestimenta
	PEAD o HDPE	Polietileno de alta densidad	Envases de leche, detergentes, champú, baldes, bolsas, tanques de agua, jabas.	Otros envases
	PVC o V	Cloruro de polivinilo	Recipientes de alimentos y tuberías de agua, desagües, mangueras, cables, símil cuero, usos médicos como catéteres, bolsas de sangre.	Suelas de zapatos, caños.
	PEBD o LDPE	Polietileno de baja densidad	Bolsas para residuos y envoltorios, usos agrícolas.	Film para agricultura
	PP	Polipropileno	Cajas, maletas, tapas y etiquetas.	Tuberías, artículos para industria automotriz.
	PS	Poliestireno	Vasos y platos de unicel, aislante para hieleras, rellenos.	Macetas
	OTROS	Otros	Todas las resinas y los materiales multi-laminados. Adhesivos e industria plástica. Industria de la madera y la carpintería. Elementos moldeados como enchufes, asas de recipientes, espuma de colchones.	

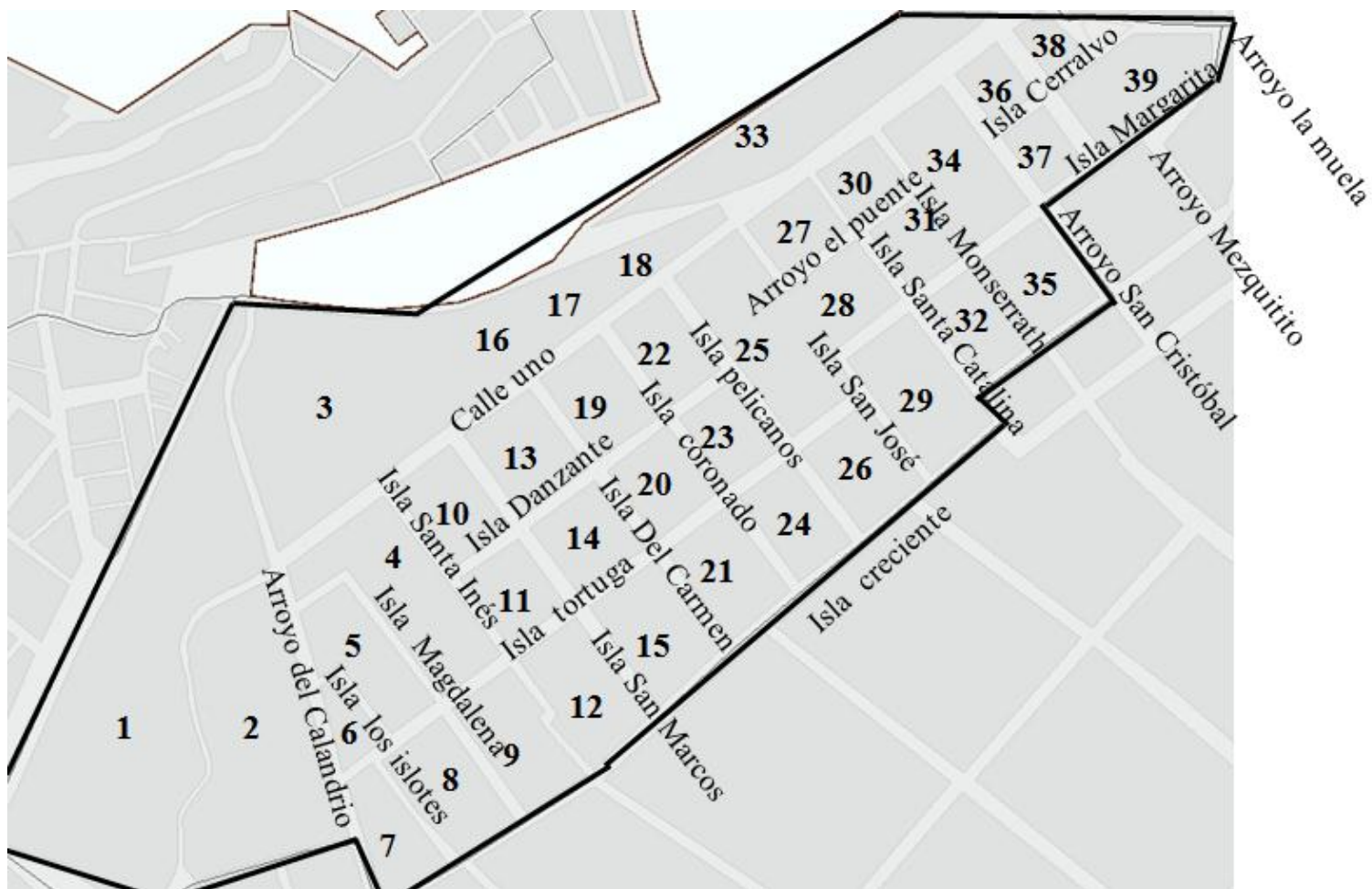
Anexo 3. Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas en el estrato alto (colonia Fidepaz).



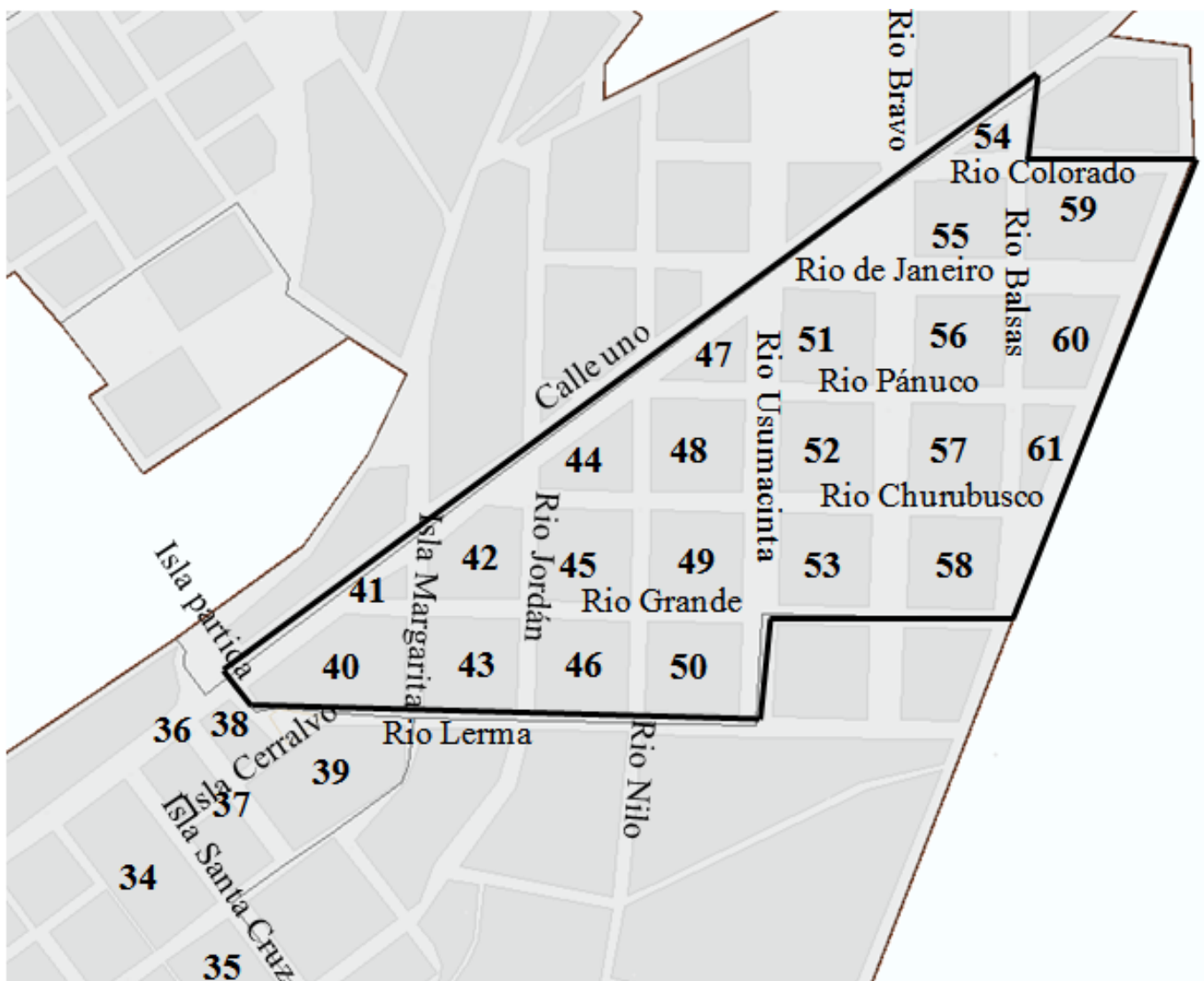
Anexo 4. Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas en el estrato intermedio (colonia Los Olivos).



Anexo 5. Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas en el estrato bajo (colonia Márquez de León).



Anexo. 5. (continuación). Distribución espacial y numeración de las manzanas seleccionadas dentro del estrato bajo (colonia Márquez de León).



Anexo. 6. Obtención de 80 números aleatorios en cada uno de los estratos socioeconómicos, empleando el software Matlab 7.10.0.

Obtención de 80 números aleatorios por estrato socioeconómico																																																																																																																																																																																																																																																			
Estrato socioeconómico	Alto	Intermedio	Bajo																																																																																																																																																																																																																																																
Tamaño de muestra	80	80	80																																																																																																																																																																																																																																																
Rango de la muestra	1-434	1-460	1-430																																																																																																																																																																																																																																																
Función empleada en Matlab 7.10.0	Num_aleat_Est_1= $(\text{rand}(1,80)/.2.30).*1000$	Num_aleat_Est_2= $(\text{rand}(1,80)/.2.17).*1000$	Num_aleat_Est_3= $(\text{rand}(1,80)/.2.32).*1000$																																																																																																																																																																																																																																																
Cuadro con 80 números aleatorios obtenidos empleando el software Matlab 7.10.0.	<table border="1"> <tbody> <tr><td>13</td><td>64</td><td>111</td><td>183</td><td>254</td><td>303</td><td>347</td><td>404</td></tr> <tr><td>14</td><td>68</td><td>112</td><td>190</td><td>267</td><td>306</td><td>354</td><td>406</td></tr> <tr><td>15</td><td>70</td><td>120</td><td>193</td><td>274</td><td>308</td><td>355</td><td>413</td></tr> <tr><td>20</td><td>74</td><td>121</td><td>205</td><td>281</td><td>323</td><td>358</td><td>416</td></tr> <tr><td>42</td><td>81</td><td>122</td><td>211</td><td>284</td><td>326</td><td>365</td><td>417</td></tr> <tr><td>43</td><td>85</td><td>137</td><td>212</td><td>285</td><td>328</td><td>369</td><td>418</td></tr> <tr><td>51</td><td>97</td><td>147</td><td>216</td><td>286</td><td>329</td><td>387</td><td>419</td></tr> <tr><td>55</td><td>105</td><td>152</td><td>219</td><td>295</td><td>332</td><td>393</td><td>420</td></tr> <tr><td>60</td><td>109</td><td>165</td><td>237</td><td>296</td><td>344</td><td>397</td><td>421</td></tr> <tr><td>61</td><td>110</td><td>170</td><td>238</td><td>302</td><td>345</td><td>398</td><td>422</td></tr> </tbody> </table>	13	64	111	183	254	303	347	404	14	68	112	190	267	306	354	406	15	70	120	193	274	308	355	413	20	74	121	205	281	323	358	416	42	81	122	211	284	326	365	417	43	85	137	212	285	328	369	418	51	97	147	216	286	329	387	419	55	105	152	219	295	332	393	420	60	109	165	237	296	344	397	421	61	110	170	238	302	345	398	422	<table border="1"> <tbody> <tr><td>2</td><td>51</td><td>84</td><td>156</td><td>207</td><td>261</td><td>348</td><td>401</td></tr> <tr><td>5</td><td>56</td><td>105</td><td>161</td><td>216</td><td>262</td><td>357</td><td>414</td></tr> <tr><td>22</td><td>59</td><td>110</td><td>162</td><td>225</td><td>267</td><td>359</td><td>415</td></tr> <tr><td>24</td><td>62</td><td>111</td><td>170</td><td>226</td><td>269</td><td>366</td><td>419</td></tr> <tr><td>34</td><td>66</td><td>119</td><td>175</td><td>236</td><td>277</td><td>368</td><td>420</td></tr> <tr><td>35</td><td>67</td><td>121</td><td>184</td><td>243</td><td>286</td><td>376</td><td>422</td></tr> <tr><td>36</td><td>70</td><td>122</td><td>185</td><td>244</td><td>301</td><td>380</td><td>430</td></tr> <tr><td>38</td><td>74</td><td>131</td><td>192</td><td>248</td><td>317</td><td>382</td><td>435</td></tr> <tr><td>39</td><td>76</td><td>143</td><td>198</td><td>253</td><td>344</td><td>393</td><td>443</td></tr> <tr><td>49</td><td>83</td><td>155</td><td>203</td><td>254</td><td>347</td><td>400</td><td>459</td></tr> </tbody> </table>	2	51	84	156	207	261	348	401	5	56	105	161	216	262	357	414	22	59	110	162	225	267	359	415	24	62	111	170	226	269	366	419	34	66	119	175	236	277	368	420	35	67	121	184	243	286	376	422	36	70	122	185	244	301	380	430	38	74	131	192	248	317	382	435	39	76	143	198	253	344	393	443	49	83	155	203	254	347	400	459	<table border="1"> <tbody> <tr><td>13</td><td>64</td><td>110</td><td>181</td><td>252</td><td>301</td><td>344</td><td>400</td></tr> <tr><td>14</td><td>67</td><td>111</td><td>189</td><td>265</td><td>304</td><td>350</td><td>402</td></tr> <tr><td>15</td><td>70</td><td>118</td><td>192</td><td>272</td><td>305</td><td>351</td><td>409</td></tr> <tr><td>19</td><td>73</td><td>119</td><td>204</td><td>278</td><td>320</td><td>354</td><td>412</td></tr> <tr><td>41</td><td>80</td><td>120</td><td>209</td><td>282</td><td>323</td><td>362</td><td>413</td></tr> <tr><td>42</td><td>84</td><td>136</td><td>211</td><td>283</td><td>325</td><td>366</td><td>414</td></tr> <tr><td>51</td><td>96</td><td>146</td><td>214</td><td>284</td><td>326</td><td>384</td><td>415</td></tr> <tr><td>54</td><td>104</td><td>150</td><td>218</td><td>292</td><td>329</td><td>390</td><td>416</td></tr> <tr><td>59</td><td>108</td><td>164</td><td>235</td><td>293</td><td>341</td><td>393</td><td>417</td></tr> <tr><td>61</td><td>109</td><td>169</td><td>236</td><td>299</td><td>342</td><td>394</td><td>418</td></tr> </tbody> </table>	13	64	110	181	252	301	344	400	14	67	111	189	265	304	350	402	15	70	118	192	272	305	351	409	19	73	119	204	278	320	354	412	41	80	120	209	282	323	362	413	42	84	136	211	283	325	366	414	51	96	146	214	284	326	384	415	54	104	150	218	292	329	390	416	59	108	164	235	293	341	393	417	61	109	169	236	299	342	394	418
13	64	111	183	254	303	347	404																																																																																																																																																																																																																																												
14	68	112	190	267	306	354	406																																																																																																																																																																																																																																												
15	70	120	193	274	308	355	413																																																																																																																																																																																																																																												
20	74	121	205	281	323	358	416																																																																																																																																																																																																																																												
42	81	122	211	284	326	365	417																																																																																																																																																																																																																																												
43	85	137	212	285	328	369	418																																																																																																																																																																																																																																												
51	97	147	216	286	329	387	419																																																																																																																																																																																																																																												
55	105	152	219	295	332	393	420																																																																																																																																																																																																																																												
60	109	165	237	296	344	397	421																																																																																																																																																																																																																																												
61	110	170	238	302	345	398	422																																																																																																																																																																																																																																												
2	51	84	156	207	261	348	401																																																																																																																																																																																																																																												
5	56	105	161	216	262	357	414																																																																																																																																																																																																																																												
22	59	110	162	225	267	359	415																																																																																																																																																																																																																																												
24	62	111	170	226	269	366	419																																																																																																																																																																																																																																												
34	66	119	175	236	277	368	420																																																																																																																																																																																																																																												
35	67	121	184	243	286	376	422																																																																																																																																																																																																																																												
36	70	122	185	244	301	380	430																																																																																																																																																																																																																																												
38	74	131	192	248	317	382	435																																																																																																																																																																																																																																												
39	76	143	198	253	344	393	443																																																																																																																																																																																																																																												
49	83	155	203	254	347	400	459																																																																																																																																																																																																																																												
13	64	110	181	252	301	344	400																																																																																																																																																																																																																																												
14	67	111	189	265	304	350	402																																																																																																																																																																																																																																												
15	70	118	192	272	305	351	409																																																																																																																																																																																																																																												
19	73	119	204	278	320	354	412																																																																																																																																																																																																																																												
41	80	120	209	282	323	362	413																																																																																																																																																																																																																																												
42	84	136	211	283	325	366	414																																																																																																																																																																																																																																												
51	96	146	214	284	326	384	415																																																																																																																																																																																																																																												
54	104	150	218	292	329	390	416																																																																																																																																																																																																																																												
59	108	164	235	293	341	393	417																																																																																																																																																																																																																																												
61	109	169	236	299	342	394	418																																																																																																																																																																																																																																												

Anexo 7. Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato alto (colonia Fidepaz). NO INF: No se cuenta con información disponible de la manzana en el programa IRIS-SCINCE II Censo de Población y Vivienda 2005 y la versión en línea actualizada del censo de 2010.

Estrato alto. Colonia Fidepaz							
AGEB	CLAVE MANZANA (CNPV, INEGI,2010)	NUMERACIÓN DE MANZANA	VIVIENDAS	HABITANTES	ARREGLO	NUMEROS ALEATORIOS	TAMAÑO MUESTRA POR MANZANA
2233	016	1	16	36	01 - 16	13,14,15	3
2233	NO INF	2	NO INF	NO INF	NO INF		0
2233	029	3	23	73	17-39	20	1
2233	015	4	22	72	40-61	42,43,51,55,60,61	6
2233	023	5	4	12	62-65	64	1
2233	022	6	9	31	66-74	68,70,74	3
						81,85,97,105,109,110,	11
2233	021	7	53	178	75-127	111,112,120,121,122	
2233	044	8	25	83	128-152	137,147,152	3
2233	028	9	19	67	153-171	165,170	2
2233	014	10	15	56	172-186	183	1
2233	030	11	15	51	187-201	190,193	2
2233	NO INF	12	NO INF	NO INF	NO INF		0
						205,211,212,216,219,	14
						237,238,254,267,274,281,	
2233	019	13	87	279	202-288	284,285,286	
2233	020	14	25	96	289-313	295, 296, 302,303,306,308	6
2233	027	15	17	67	314-330	323,326,328,329	4
						332,344,345,347,354,355,358,365,	23
						369,387,393,397,398,404,406,	
2233	026	16	104	334	331-434	413,416,417,418,419,420,421,422	
TOTAL	16	16	434	1435			80

Anexo 8. Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato intermedio (colonia Los Olivos). NO INF: No se cuenta con información disponible de la manzana en el programa IRIS-SCINCE II Censo de Población y Vivienda 2005 y la versión en línea actualizada del censo de 2010.

Estrato intermedio. Colonia Los Olivos							
AGEB	CLAVE MANZANA (CNPV, INEGI,2010)	MANZANA	VIVIENDAS	HABITANTES	ARREGLO	NUMEROS ALEATORIOS	TAMAÑO MUESTRA POR MANZANA
2021	034	1	17	56	01-17	2,5	2
2021	027	2	11	32	18-28	22,24	2
2021	019	3	16	59	29-44	34,35,36,38,39	5
2021	006	4	19	58	45-63	49,51,56,59,62	5
2021	001	5	14	36	64-77	66,67,70,74,76	5
2021	002	6	24	86	78-101	83,84	2
2021	011	7	19	77	102-120	105,110,111,119	4
2021	035	8	20	70	121-140	121,122,131	3
2021	028	9	19	71	141-159	143,155,156	3
2021	020	10	29	86	160-188	161,162,170, 175,184,185	6
2021	007	11	32	110	189-220	192,198,203,207,216	5
2021	008	12	24	78	221-244	225,226,236,243,244	5
2021	009	13	20	83	245-264	248,253,254,261,262	5
2021	010	14	27	107	265-291	267,269,277,286	4
1979	034	15	27	103	292-318	301,317	2
1979	026	16	22	80	319-340		0
1979	017	17	27	92	341-367	344,347,348, 357,359,366	6
1979	016	18	21	92	368-388	368,376,380,382	4
1979	015	19	16	54	389-404	393,400,401	3
1979	014	20	24	67	405-428	414,415,419,420,422	5
1979	013	21	32	96	429-460	430,435,443,459	4
TOTAL		21	460	1593			80

Anexo 9. Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato bajo (colonia Márquez de León). NO INF: No se cuenta con información disponible de la manzana en el programa IRIS-SCINCE II Censo de Población y Vivienda 2005 y la versión en línea actualizada del censo de 2010.

Estrato bajo. Colonia Márquez de León							TAMAÑO
AGEB	CLAVE MANZANA (CNPV, INEGI,2010)	MANZANA	VIVIENDAS	HABITANTES	ARREGLO	NUMEROS ALEATORIOS	MUESTRA POR MANZANA
3477	022	1	2	6	1-2		0
3477	021	2	7	21	3-9		0
3477	012	3	7	25	10-16	13,14,15	3
3477	015	4	22	84	17-38	19	1
3477	031	5	16	67	39-54	41,42,51,54	4
3477	033	6	7	21	55-61	59,61	2
3477	017	7	10	41	62-71	64,67,70	3
3477	034	8	13	55	72-84	73,80,84	3
3477	014	9	19	80	85-103	96	1
3477	011	10	8	35	104-111	104,108,109,110,111	5
3477	010	11	6	20	112-117		0
3477	009	12	13	58	118-130	118,119,120	3
3477	005	13	14	53	131-144	136	1
3477	004	14	9	30	145-153	146,150	2
3477	003	15	3	10	154-156		0
3477	039	16	2	CONF	157-158		0
3477	NO INF	17	NO INF	NO INF	NO INF		0
3477	NO INF	18	NO INF	NO INF	NO INF		0
3477	006	19	10	36	159-168	164	1
3477	001	20	11	38	169-179	169	1
3477	002	21	10	40	180-189	181,189	2
3477	029	22	5	22	190-194	192	1
3477	032	23	7	28	195-201		0
3477	008	24	8	34	202-209	204,209	2
3477	007	25	11	38	210-220	211,214,218	3
3477	013	26	14	49	221-234		0
3477	030	27	5	16	235-239	235,236	2
3477	036	28	8	31	240-247		0
3477	016	29	18	83	248-265	252,265	2
3477	018	30	2	8	266-267		0
3477	019	31	6	30	268-273	272	1

Anexo 9. (Continuación). Distribución del número de muestras por manzanas en el estrato bajo (colonia Márquez de León). NO INF: No se cuenta con información disponible de la manzana en el programa IRIS-SCINCE II Censo de Población y Vivienda 2005 y la versión en línea actualizada del censo de 2010.

Estrato bajo. Colonia Márquez de León							
AGEB	CLAVE MANZANA (CNPV, INEGI,2010)	MANZANA	VIVIENDAS	HABITANTES	ARREGLO	NUMEROS ALEATORIOS	TAMAÑO MUESTRA POR MANZANA
3477	020	32	12	50	274-285	278,282,283,284	4
3477	023	33	1	CONF	286		0
3477	024	34	11	30	287-297	292,293	2
3477	025	35	12	45	298-309	299,301,304,305	4
3477	026	36	6	22	310-315		0
3477	027	37	8	28	316-323	320,323	2
3477	035	38	2	8	324-325	325	1
3477	028	39	8	26	326-333	326,329	2
3903	020	40	12	42	334-345	341,342,344	3
3903	021	41	1	1	346		0
3903	015	42	6	19	347-352	350,351	2
3903	014	43	8	29	353-360	354	1
3903	NO INF	44	NO INF	NO INF	NO INF		0
3903	005	45	5	20	361-365	362	1
3903	013	46	4	16	366-369	366	1
3903	007	47	2	5	370-371		0
3903	001	48	3	15	372-374		0
3903	004	49	10	41	375-384	384	1
3903	012	50	5	24	385-389		0
3903	008	51	3	13	390-392	390	1
3903	002	52	7	28	393-399	393,394	2
3903	003	53	5	22	400-404	400,402	2
3903	NO INF	54	NO INF	NO INF	NO INF		0
3903	016	55	7	26	405-411	409	1
3903	NO INF	56	NO INF	NO INF	NO INF		0
3903	010	57	6	24	412-417	412,413,414, 415,416,417	6
3903	011	58	6	25	418-423	418	1
3903	017	59	4	18	424-427		0
3903	018	60	1	1	428		0
3903	019	61	2	10	429-430		0
TOTAL		61	343	1597			80

Anexo 10. Formato de presentación a las familias participantes en el estudio de caracterización y determinación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos.



H. XIV AYUNTAMIENTO DE
La Paz
2011 • 2015

**DIRECCIÓN GENERAL DE
SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES**



La Paz B.C. S. a jueves 23 de febrero de 2012

Estimado ciudadano

P r e s e n t e

Con gusto de saludarle sirva la presente para **solicitar** su participación en el primer estudio de **Caracterización de Residuos sólidos Urbanos en la ciudad de La Paz** organizado por la Dirección de Saneamiento Ambiental de la Dirección General de Servicios Públicos Municipales del H. XIV Ayuntamiento de La Paz, el cual está planeado desarrollarse durante los días **27 de Febrero al 05 Marzo** del presente.

El objetivo de nuestra investigación es obtener cifras confiables de la composición, peso y volumen de los residuos generados en casas habitación de la ciudad de La Paz; los datos obtenidos servirán como herramienta de trabajo para hacer más eficiente el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de residuos. Simultáneamente se pretende fomentar en la sociedad actividades de separación, reducción, reúso y reciclaje de residuos.

La dinámica del estudio consiste en su participación durante 8 días, en los cuales usted y su familia acumularán diariamente los residuos generados en su hogar disponiéndolos en una sola bolsa de plástico y entregándolos al personal de recolección y transporte especializado, el cual pasará directamente a su domicilio, donde le harán entrega de una nueva bolsa de plástico para acumular los residuos generados durante ese nuevo día.

Si es usted tan amable de aceptar participar en este primer estudio de caracterización de residuos, le solicitamos proceda a llenar el *formato de datos socioeconómicos* y un *cuestionario de evaluación*, esto con el objetivo de conocer la impresión que tiene usted de la actual estrategia de manejo de residuos en la ciudad de La Paz. Los datos que usted nos proporcione serán manejados con total hermetismo, cuidando su integridad y la de su familia.

Agradeciendo la atención prestada a la presente, quedo a sus órdenes para cualquier aclaración e información adicional, su atento y seguro servidor,

Atentamente

Ing. Juan Manuel de La Peña Salgado
Director General

Anexo 11. Formato de evaluación de datos socioeconómicos

Número de Folio de encuesta: _____ Estrato _____ AGEB: _____
 Entrevistador: _____ Número de Manzana: _____
 Fecha: _____ Número de muestra: _____

FORMATO DE DATOS SOCIO-ECONÓMICOS Y CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN

I. DATOS SOCIO-ECONÓMICOS

Domicilio

Calle principal: _____ entre calle: _____ y calle: _____

Número exterior: _____ Colonia: _____ Teléfono: _____

Integrantes	Edad	GÉNERO		Escolaridad (hasta →)					Procedencia	
		F (♀)	M (♂)	Prim.	Sec.	Prep.	Prof.	Posg.	B.C.S.	FORÁNEO
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Ingreso **mensual** familiar: \$ _____

Nombre del jefe/a familia: _____

Anexo 12. Cuestionario de evaluación

I. Problemática ambiental y generación de Residuos sólidos urbanos

1. ¿Qué problema **ambiental** considera más grave dentro de su colonia?

- a) Basura (residuos en la vía pública, tiraderos clandestinos) b) Malos olores c) Animales en traspatio d) Ruido
 e) Polvo/humo f) Fugas de agua g) Descuido de mascotas h) Abandono de autos

2. ¿Quién considera usted que genera más basura en su zona?

- a) Industria b) Comercios y servicios c) Hogares d) Parques, vía pública

II. Manejo de residuos

3. ¿Qué hace usted con la basura que genera en su hogar?

- a) La quema b) La entierra c) La coloca en contenedores y la entrega al servicio de recolección y transporte público

III. Recolección y transporte y disposición final de RSU

4. ¿Cuenta con servicio público de recolección y transporte de residuos? a) SI b) NO -----> Pasar a la pregunta 8

5. ¿Con qué frecuencia semanal le brindan el servicio de recolección de residuos en su colonia?

- a) 2 veces por semana b) 1 vez por semana c) A veces no pasa d) Otro

6. Los *días* de recolección:

- a) Siempre son los mismos b) Cambian periódicamente

7. El *horario* de recolección:

- a) Siempre es el mismo b) Cambia periódicamente

8. Sabe usted ¿dónde son depositados los residuos que su familia genera cuando son recolectados y transportados por el servicio Público? a) SI b) NO

¿Conoce su ubicación exacta? a) SI b) NO ¿En dónde? _____

9. Usted y los integrantes de su familia, alguna vez han tirado residuos en otro lugar que no corresponda al sitio de *disposición oficial*, es decir en arroyos, orilla de la carretera, lotes baldíos, playas) a) SI b) NO

¿En qué sitio? _____ ¿Qué tipo de residuos? _____

IV. Cultura ambiental

10. ¿Sabía usted que es muy recomendable separar los residuos de acuerdo a su composición en *orgánicos*, los *que son reciclables* y los *que se consideran como basura*? a) SI b) NO

11. ¿Realiza la separación de la basura en casa? a) SI b) NO

¿Cómo los separa?

Orgánicos –Reciclables - Separación específica (*Vidrio* | *Cartón* | *Papel* | *Plástico* | *Metales*) - No reciclables

12. ¿Comparte o motiva el hábito de separación de residuos con otros miembros de la familia, jóvenes, conocidos o amigos? a) SI b) NO
13. ¿Busca un uso alternativo de sus residuos antes de desecharlos? a) SI b) NO
- a) Hace composta b) Regala ropa usada c) Reúsa botes, botellas, hojas de papel, cajas de cartón

V. Hábitos de consumo

14. Prefiere adquirir productos que empleen empaques:
- a) Desechables b) Sin empaques c) Reciclables d) Reusables e) Sin preferencias





VI. Recomendaciones para mejorar el servicio de Recolección y Transporte Público

15. ¿Cuál es la percepción que tiene usted del sistema de limpia, recolección y transporte público de residuos? a) Excelente b) Bueno c) Regular d) Pésimo
16. ¿Está satisfecho con el servicio? a) Satisfecho b) Insatisfecho
17. ¿Cuál es la principal **queja** que podría expresar ante los directivos de la Dirección General de Servicios Públicos Municipales, sobre la actual estrategia de trabajo? _____
18. ¿Cuál considera es la principal **fortaleza** con la que cuenta el sistema? _____
19. ¿Cuántos días a la semana le parece adecuado que el servicio de recolección y transporte de residuos atienda su colonia? 1 2 3 4 5 6 7 días
20. ¿Qué horario le parece el más adecuado para la recolección de residuos?
a) Matutino b) vespertino Hora específica: _____
21. ¿Estaría dispuesto a pagar una cuota **mensual** por el servicio de limpia, recolección y transporte de residuos para mejorar el servicio? a) SI b) NO
- ↓-----↓
- a) Menos de \$10 b) \$10-\$20 c) \$20-\$50 d) \$50- \$100 e) Otro _____
22. ¿Estaría dispuesto a participar en un nuevo programa de recolección y transporte de residuos, donde usted tuviera que separar los residuos en **tres** fracciones (**orgánicos, residuos no reciclables y residuos reciclables**)?: a) SI b) NO
- ¿Por qué? _____
23. ¿Estaría dispuesto a participar en un nuevo programa de recolección y transporte de residuos, donde usted tuviera que separar los residuos en sólo **dos** fracciones (**orgánicos, e inorgánicos**)? a) SI b) NO
- ¿Por qué? _____

24. ¿Qué medio de difusión local le parece más factible para difundir un nuevo sistema de manejo de residuos?

- a) Radio b) Televisión c) Internet d) Periódico e) Teléfono
 f) Capacitación personalizada

25. Como ejercicio final, podría usted clasificar de acuerdo a las siguientes imágenes los diferentes residuos que se generan en su hogar:

(1) Residuos Orgánicos (Materia orgánica)	() 	<i>Cartón, papel, plástico, vidrio y metal</i>
(2) Residuos reciclables	() 	<i>Desechables, sanitarios</i>
(3) Residuos peligrosos	() 	<i>Restos de alimentos y jardinería</i>
(4) Residuos NO reciclables (basura)	() 	<i>Pilas y baterías, fármacos, lámparas fluorescentes, insecticidas</i>

¡GRACIAS POR SU PARTICIPACIÓN!

Anexo 13. Tríptico informativo (anverso)



Recomendaciones para aplicar las 3 R's

REDUCE

- Antes de comprar piensa qué necesitas, no qué quieres.
- Adquiere artículos por su contenido, no por lo atractivo de su presentación o por las promociones en los medios de comunicación.
- Compra sólo la cantidad de alimentos que vayas a consumir, de esta forma evitas desperdicios.
- Adquiere comida y artículos al mayoreo siempre y cuando no pongas en riesgo la calidad del producto.
- Evita las porciones individuales, para reducir el número de empaques.
- Cuando compres alimentos es preferible adquirirlos frescos y no procesados.
- Dale preferencia a los productos elaborados localmente y de la temporada.
- Contribuye a disminuir el uso y consumo frecuente de servilletas de papel.
- Evita consumir productos con empaque excesivo y/o desechable como vasos, platos y cubiertos; u otros productos *no reciclables* como el papel celofán, artículos de unícel y envases multilaminados.

REÚSA

- Procura adquirir envases reusables, retornables o rellenables y úsalos tanto como puedas antes de deshacerte de ellos.
- Repara las cosas en lugar de desecharlas.
- Procura usar las hojas de papel por ambos lados.
- Utiliza para las compras bolsas reusables elaboradas con algodón, nylon o cualquier otro material durable.
- Dona artículos que ya no utilices, pero que se encuentren en buen estado a sectores vulnerables de la sociedad: casas hogar, asilos e iglesias.

RECICLA

- Elige productos que contengan materiales reciclados, con componentes re-manufacturados, o de fácil eliminación.
- Colabora en la separación de residuos como el papel, cartón, metal, plástico y vidrio presentes en la basura que generas diariamente en casa, escuela o el trabajo; dónalos o véndelos en centros de acopio.

Recomendaciones adicionales



- No tires basura en espacios públicos, carreteras, terrenos baldíos o sitios solitarios; si encuentras basura en estos sitios, en la medida de tus posibilidades recógelos y deposítalos en lugares apropiados.
- No quemes basura.
- Evita arrojar **residuos peligrosos** como las **pilas** y **baterías** a los contenedores de basura. Puedes disponer las pilas en centros de acopio oficiales ubicados en la ciudad de La Paz.
- Ayuda a crear y difundir conciencia respecto a todo lo anterior.



DIRECCIÓN GENERAL DE
SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES

CONTACTO

Ing. César Pozo Juárez
Director de Saneamiento Ambiental

Ing. Juan Manuel de La Peña Salgado
Director General

Boulevard Forjadores de Sudcalifornia km 4.5 s/n Col.
Mezquitito, La Paz, B.C.S. México.
Teléfonos: 12 8 01 85/12 8 04 34

Para mayor información te puedes acercar a otras organizaciones en pro del ambiente:



Una nueva forma de manejo de la basura en mi hogar



Porque a mí me
importa el planeta, mi
país y la ciudad en la
que vivo, mi casa La Paz



DIRECCIÓN GENERAL DE
SERVICIOS PÚBLICOS MUNICIPALES

Anexo 13. (Continuación). Tríptico informativo (Reverso)

¿Qué es la basura?

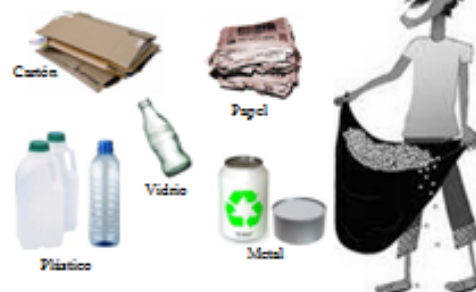
Es una *mezcla de residuos* que consideramos *sin utilidad* en nuestra vida cotidiana; la opción más sencilla es colocarlos en un solo contenedor aunque otras veces los arrojamos en playas, calles, carreteras y terrenos baldíos, provocando con esto *malos olores*, deterioro paisajístico y de la imagen urbana, así como *condiciones insalubres* y proliferación de enfermedades.



¿A dónde va la basura?

La mayor parte de la basura se entierra en un *relleno sanitario* y sólo una pequeña fracción de *residuos de tipo reciclable* tales como el papel, cartón, metal, plástico y vidrio, son separados por un grupo de personas conocidos como "*pepenadores*", quienes cumplen una importante función social y ambiental en la ciudad.

Residuos reciclables



Sin embargo, con la actual forma de manejo de la basura, los *pepenadores* no pueden aprovechar el total de residuos reciclables debido a que se encuentran *mezclados y contaminados*.

¿Cómo podemos ayudar a mejorar el manejo de la basura?

La mejor manera en que podemos ayudar es aplicando en actividades cotidianas las reglas de las 3R's: *Reducir, Reusar y Reciclar*, además de poner en práctica acciones de *Separación* de la basura;

De esta manera se puede disminuir la cantidad de basura que generamos, indirectamente se prolonga la vida útil del relleno sanitario, reduciéndose también la *contaminación* del suelo, agua y atmósfera, además de que *se benefician personas de escasos recursos* al obtener una mayor cantidad de residuos reciclables para su venta en *centros de acopio*.



¿Cómo podemos separar la basura?



Anexo 14. Fotografía del personal de la Dirección General de Servicios Públicos Municipales, colaboradores en el trabajo para el levantamiento de encuestas y selección de hogares participantes en el estudio de caracterización.



Entrega de chalecos, lápices, cintas adhesivas, cuestionarios de evaluación, trípticos y otros materiales de apoyo para la selección de hogares participantes.



Participantes en la selección de hogares en el estudio de caracterización de residuos sólidos domésticos.

Anexo 15. Fotografías en campo durante la selección de hogares participantes, entrega de las hojas de presentación, bolsas negras y trípticos, llenado del formato de datos socioeconómicos, y cuestionario de evaluación.



Estrato alto (colonia Fidepaz).



Estrato intermedio (colonia Los Olivos).



Estrato bajo (colonia Márquez de León).



Entrega de bolsas de bolsas negras.

Estrato intermedio (colonia Los Olivos).

Anexo 16. Fotografías en campo que muestran la colocación de etiquetas identificadoras con el número de muestra frente a los hogares participantes en cada uno de los estratos.



Estrato alto (colonia Fidepaz).



Estrato intermedio (colonia Los Olivos).



Estrato bajo (colonia Márquez de León).

Anexo 17. Fotografías del acondicionamiento del área de trabajo y preparación del equipo en las instalaciones del relleno sanitario para la caracterización de residuos sólidos domésticos.



Acondicionamiento del área de trabajo previo a la llegada de los residuos provenientes de los diferentes estratos.



Báscula empleada para la determinación del peso de las bolsas con la basura entregada diariamente por cada hogar, así como para la determinación del peso de las diferentes fracciones de residuos durante la cuantificación de subproductos y la determinación de su densidad.

Anexo 18. Fotografías de la recepción de muestras de residuos sólidos domésticos en las instalaciones del relleno sanitario.



Llegada del camión recolector de residuos a las instalaciones del relleno sanitario. El camión se acerca al área de trabajo para proceder a vaciar los residuos.



Volteo de residuos del camión recolector en el área de trabajo.

Anexo 20. Tabla de resultados de la estimación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos.

Número de muestra	Estrato alto		Estrato intermedio		Estrato bajo	
	Colonia Fidepaz		Colonia Los Olivos		Colonia Márquez de León	
	Habitantes/hogar	Promedio GPC (kg/hab/día)	Habitantes/hogar	Promedio GPC (kg/hab/día)	Habitantes/hogar	Promedio GPC (kg/hab/día)
1	3	0.71	5	1.64	5	0.18
2	2	1.09	5	0.49	4	0.73
3	3	1.00	1	2.20	5	0.74
4	4	0.13	4	2.18	5	0.35
5	3	0.76	3	NP	9	0.26
6	4	0.76	2	2.17	4	0.64
7	4	0.61	2	0.40	5	0.20
8	7	0.89	2	3.20	10	0.63
9	5	0.53	2	1.50	5	0.28
10	3	NP	3	1.41	4	3.38
11	5	0.49	1	1.37	2	0.46
12	4	0.50	1	4.45	1	NP
13	4	1.02	3	1.10	1	2.28
14	2	1.07	4	1.44	6	0.42
15	4	0.44	5	0.74	4	0.26
16	3	NP	3	NP	9	0.25
17	2	0.78	4	0.71	6	0.11
18	5	NP	3	0.69	5	0.25
19	4	1.13	3	1.09	10	0.10
20	6	0.12	4	1.40	4	0.39
21	4	NP	3	1.27	3	0.58
22	4	0.11	5	0.97	2	0.60
23	2	0.75	2	2.30	2	0.85
24	7	0.58	4	0.64	2	1.38
25	3	0.54	2	1.14	5	0.98
26	5	0.47	3	0.80	4	0.61
27	2	1.81	3	1.27	4	NP
28	3	0.48	4	0.89	5	1.05
29	3	0.42	3	1.39	2	2.43
30	5	0.54	5	1.92	2	1.86
31	3	2.16	6	NP	4	0.50
32	3	0.78	4	1.86	4	0.66
33	3	NP	2	2.32	5	0.86
34	3	1.31	3	0.83	6	3.22
35	4	0.78	3	1.29	1	1.05
36	2	NP	3	0.64	3	0.28
37	2	1.14	3	1.04	6	0.55
38	3	0.47	7	0.32	6	0.62
39	2	0.93	6	0.70	2	1.25
40	5	0.74	2	3.24	5	0.73

Anexo 20. (Continuación) Tabla de resultados de la estimación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos en los tres estratos.

Número de muestra	Estrato 1 (ALTO) Colonia Fidepaz		Estrato 2 (INTERMEDIO) Colonia Los Olivos		Estrato 3 (BAJO) Colonia Márquez de León	
	Habitantes/ hogar	Promedio GPC (kg/hab/día)	Habitantes/ hogar	Promedio GPC (kg/hab/día)	Habitantes/ hogar	Promedio GPC (kg/hab/día)
	41	5	1.24	6	0.89	8
42	3	NP	3	1.12	2	0.96
43	4	0.85	5	0.84	2	1.73
44	4	0.25	4	0.91	4	NP
45	6	0.25	4	2.17	3	1.14
46	5	0.45	3	1.60	5	0.67
47	4	NP	2	0.66	6	0.35
48	4	0.58	3	NP	5	0.67
49	3	1.32	3	0.83	3	0.78
50	1	NP	4	0.98	3	1.08
51	3	1.29	2	1.80	4	1.05
52	3	0.73	5	1.70	3	0.41
53	3	1.00	1	2.10	2	0.50
54	3	0.59	4	1.83	4	0.54
55	4	1.80	10	0.29	2	0.72
56	4	0.79	2	0.65	4	0.23
57	3	1.10	6	0.41	4	0.63
58	1	4.20	2	0.64	3	0.53
59	2	2.44	5	0.71	5	0.34
60	2	2.54	3	1.20	6	0.60
61	2	1.23	2	3.72	6	0.74
62	4	0.74	5	1.41	2	0.99
63	4	0.72	4	0.40	3	3.78
64	3	0.65	5	0.71	6	0.23
65	1	NP	2	1.18	4	1.24
66	4	NP	4	0.73	8	0.23
67	2	1.60	9	0.57	4	0.13
68	4	1.03	4	0.65	2	0.32
69	6	NP	3	1.61	4	0.32
70	3	1.93	5	0.62	2	NP
71	4	0.60	9	0.41	1	0.17
72	3	0.38	7	0.54	7	0.65
73	1	1.28	6	0.63	4	NP
74	4	1.15	5	0.74	8	0.55
75	4	NP	2	3.06	6	0.68
76	5	NP	8	0.22	5	0.34
77	2	0.66	2	3.45	8	0.14
78	5	NP	4	0.36	4	0.21
79	4	NP	4	3.22	3	NP
80	2	0.67	2	1.25	2	NP
Promedio	3.5	0.94	3.8	1.31	4.3	0.77

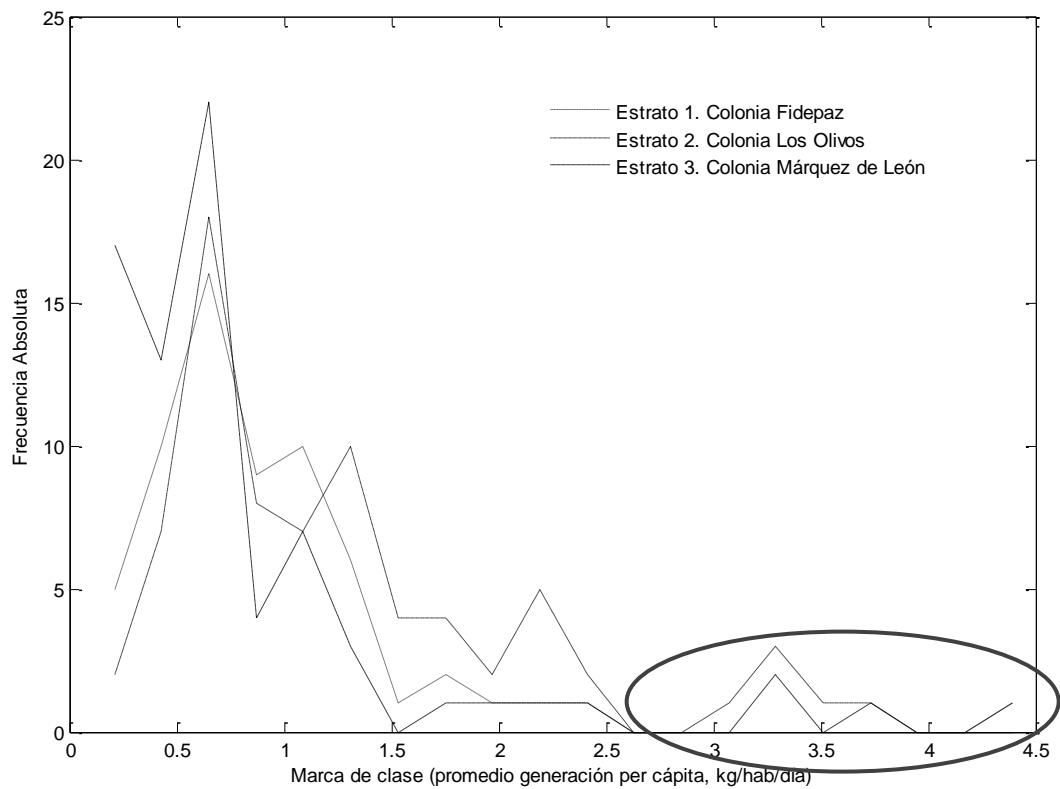
Anexo 21. Nivel de participación en los tres estratos socioeconómicos durante la recolección de muestras para la determinación de la generación per cápita de residuos sólidos domésticos y su caracterización porcentual.

Colonia	Número de participantes	Participación (%)	Promedio GPC de RSD (kg/hab/día)
Estrato alto: Colonia Fidepaz	64	80	0.94
Estrato intermedio: Colonia Los Olivos	76	95	1.31
Estrato bajo: Colonia Márquez de León	73	91.25	0.77
	213	88.75	1.01

Anexo 22. Media y desviación estándar muestral de la generación per cápita promedio de residuos sólidos domésticos previo a la eliminación de muestras sospechosas en los tres diferentes estratos socioeconómicos.

Estrato	Tamaño muestra (n)	Media muestral (x)	Desviación estándar muestral (s)	T tabulada $\alpha = 0.10$
Alto (colonia Fidepaz)	64	0.94	0.61	1.67035
Intermedio (colonia Los Olivos)	76	1.31	0.88	1.66775
Bajo (colonia Márquez de León)	73	0.77	0.72	1.6684

Anexo 23. Comparación de la distribución de frecuencias de la generación per cápita promedio de residuos sólidos domésticos en los tres diferentes estratos socioeconómicos.



Estrato 1. Colonia Fidepaz				
Número de muestra	Promedio GPC kg/hab/día	T calculada $ X_o - X /s$	Diferencia $T_{tab} - T_{cal}$	Criterio de decisión
1	0.11	0.42	1.25	SE ACEPTA
2	0.12	0.43	1.24	SE ACEPTA
3	0.13	0.45	1.22	SE ACEPTA
4	0.25	0.76	0.91	SE ACEPTA
5	0.25	0.76	0.91	SE ACEPTA
6	0.38	1.03	0.64	SE ACEPTA
7	0.42	1.10	0.57	SE ACEPTA
8	0.44	1.13	0.54	SE ACEPTA
9	0.45	1.15	0.52	SE ACEPTA
10	0.47	1.17	0.50	SE ACEPTA
11	0.47	1.18	0.49	SE ACEPTA
12	0.48	1.20	0.47	SE ACEPTA
13	0.49	1.21	0.46	SE ACEPTA
14	0.50	1.22	0.45	SE ACEPTA
15	0.53	1.26	0.41	SE ACEPTA
16	0.54	1.28	0.39	SE ACEPTA
17	0.54	1.28	0.39	SE ACEPTA
18	0.58	1.33	0.34	SE ACEPTA
19	0.58	1.33	0.34	SE ACEPTA
20	0.59	1.34	0.33	SE ACEPTA
21	0.60	1.35	0.32	SE ACEPTA
22	0.61	1.37	0.31	SE ACEPTA
23	0.65	1.40	0.27	SE ACEPTA
24	0.66	1.41	0.26	SE ACEPTA
25	0.67	1.42	0.25	SE ACEPTA
26	0.71	1.46	0.21	SE ACEPTA
27	0.72	1.46	0.21	SE ACEPTA
28	0.73	1.47	0.20	SE ACEPTA
29	0.74	1.48	0.20	SE ACEPTA
30	0.74	1.48	0.19	SE ACEPTA
31	0.75	1.48	0.19	SE ACEPTA
32	0.76	1.49	0.18	SE ACEPTA
33	0.76	1.49	0.18	SE ACEPTA
34	0.78	1.50	0.17	SE ACEPTA
35	0.78	1.50	0.17	SE ACEPTA
36	0.78	1.50	0.17	SE ACEPTA
37	0.79	1.51	0.16	SE ACEPTA
38	0.85	1.53	0.14	SE ACEPTA
39	0.89	1.54	0.13	SE ACEPTA
40	0.93	1.54	0.13	SE ACEPTA
41	1.00	1.54	0.13	SE ACEPTA
42	1.00	1.54	0.13	SE ACEPTA
43	1.02	1.53	0.14	SE ACEPTA
44	1.03	1.53	0.14	SE ACEPTA
45	1.07	1.51	0.16	SE ACEPTA
46	1.09	1.50	0.17	SE ACEPTA
47	1.10	1.50	0.17	SE ACEPTA
48	1.13	1.48	0.19	SE ACEPTA
49	1.14	1.47	0.20	SE ACEPTA
50	1.15	1.47	0.20	SE ACEPTA
51	1.23	1.40	0.27	SE ACEPTA
52	1.24	1.39	0.28	SE ACEPTA
53	1.28	1.36	0.31	SE ACEPTA
54	1.29	1.34	0.33	SE ACEPTA
55	1.31	1.31	0.36	SE ACEPTA
56	1.32	1.30	0.37	SE ACEPTA
57	1.60	0.82	0.85	SE ACEPTA
58	1.80	0.31	1.36	SE ACEPTA
59	1.81	0.29	1.38	SE ACEPTA
60	1.93	0.08	1.59	SE ACEPTA
61	2.16	0.90	0.77	SE ACEPTA
62	2.44	2.15	-0.48	SE RECHAZA
63	2.54	2.66	-0.99	SE RECHAZA
64	4.20	15.93	-14.26	SE RECHAZA

Anexo 24. Estimación del estadístico T Grubbs y su contraste con el estadístico T con un riesgo (α) del 90 %, a partir de las cifras de generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato alto.

Estrato 2. Colonia Los Olivos				
Número de muestra	Promedio GPC kg/hab/día	T calculada Xo - X /s	Diferencia Tab-Tcal	Criterio de decisión
1	0.22	0.14	1.53	SE ACEPTA
2	0.29	0.30	1.37	SE ACEPTA
3	0.32	0.37	1.30	SE ACEPTA
4	0.36	0.45	1.22	SE ACEPTA
5	0.40	0.54	1.13	SE ACEPTA
6	0.40	0.54	1.13	SE ACEPTA
7	0.41	0.56	1.11	SE ACEPTA
8	0.41	0.56	1.10	SE ACEPTA
9	0.49	0.72	0.95	SE ACEPTA
10	0.54	0.80	0.87	SE ACEPTA
11	0.57	0.85	0.82	SE ACEPTA
12	0.62	0.93	0.74	SE ACEPTA
13	0.63	0.95	0.72	SE ACEPTA
14	0.64	0.97	0.70	SE ACEPTA
15	0.64	0.97	0.70	SE ACEPTA
16	0.64	0.97	0.70	SE ACEPTA
17	0.65	0.98	0.68	SE ACEPTA
18	0.65	0.98	0.68	SE ACEPTA
19	0.66	1.00	0.66	SE ACEPTA
20	0.69	1.04	0.62	SE ACEPTA
21	0.70	1.05	0.62	SE ACEPTA
22	0.71	1.06	0.61	SE ACEPTA
23	0.71	1.07	0.60	SE ACEPTA
24	0.71	1.07	0.60	SE ACEPTA
25	0.73	1.10	0.57	SE ACEPTA
26	0.74	1.10	0.56	SE ACEPTA
27	0.74	1.11	0.56	SE ACEPTA
28	0.80	1.18	0.49	SE ACEPTA
29	0.83	1.22	0.45	SE ACEPTA
30	0.83	1.22	0.45	SE ACEPTA
31	0.84	1.23	0.44	SE ACEPTA
32	0.89	1.27	0.39	SE ACEPTA
33	0.89	1.28	0.39	SE ACEPTA
34	0.91	1.30	0.37	SE ACEPTA
35	0.97	1.35	0.32	SE ACEPTA
36	0.98	1.36	0.31	SE ACEPTA
37	1.04	1.40	0.27	SE ACEPTA
38	1.09	1.42	0.25	SE ACEPTA
39	1.10	1.43	0.24	SE ACEPTA
40	1.12	1.44	0.23	SE ACEPTA
41	1.14	1.44	0.22	SE ACEPTA
42	1.18	1.46	0.21	SE ACEPTA
43	1.20	1.46	0.20	SE ACEPTA
44	1.25	1.47	0.19	SE ACEPTA
45	1.27	1.48	0.19	SE ACEPTA
46	1.27	1.48	0.19	SE ACEPTA
47	1.29	1.48	0.19	SE ACEPTA
48	1.37	1.48	0.19	SE ACEPTA
49	1.39	1.47	0.20	SE ACEPTA
50	1.40	1.47	0.20	SE ACEPTA
51	1.41	1.47	0.20	SE ACEPTA
52	1.41	1.47	0.20	SE ACEPTA
53	1.44	1.46	0.21	SE ACEPTA
54	1.50	1.44	0.23	SE ACEPTA
55	1.60	1.39	0.28	SE ACEPTA
56	1.61	1.38	0.29	SE ACEPTA
57	1.64	1.36	0.31	SE ACEPTA
58	1.70	1.31	0.36	SE ACEPTA
59	1.80	1.21	0.46	SE ACEPTA
60	1.83	1.18	0.48	SE ACEPTA
61	1.86	1.14	0.52	SE ACEPTA
62	1.92	1.06	0.60	SE ACEPTA
63	2.10	0.78	0.89	SE ACEPTA
64	2.17	0.66	1.01	SE ACEPTA
65	2.17	0.65	1.02	SE ACEPTA
66	2.18	0.64	1.03	SE ACEPTA
67	2.20	0.59	1.08	SE ACEPTA
68	2.30	0.38	1.29	SE ACEPTA
69	2.32	0.34	1.32	SE ACEPTA
70	3.06	1.97	-0.30	SE RECHAZA
71	3.20	2.53	-0.86	SE RECHAZA
72	3.22	2.61	-0.94	SE RECHAZA
73	3.24	2.70	-1.04	SE RECHAZA
74	3.45	3.67	-2.00	SE RECHAZA
75	3.72	5.03	-3.36	SE RECHAZA
76	4.45	9.61	-7.94	SE RECHAZA

Anexo 25. Estimación del estadístico T Grubbs y su contraste con el estadístico T con un riesgo (α) del 90 % a partir de las cifras de generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato intermedio.

Estrato 3. Colonia Márquez de León				
Número de muestra	Promedio GPC kg/hab/día	T calculada $ X_0 - \bar{X} /s$	Diferencia Ttab-Tcal	Criterio de decisión
1	0.10	0.44	1.22	SE ACEPTA
2	0.11	0.46	1.20	SE ACEPTA
3	0.13	0.50	1.17	SE ACEPTA
4	0.14	0.52	1.15	SE ACEPTA
5	0.17	0.56	1.11	SE ACEPTA
6	0.18	0.58	1.09	SE ACEPTA
7	0.20	0.61	1.06	SE ACEPTA
8	0.21	0.63	1.04	SE ACEPTA
9	0.23	0.65	1.02	SE ACEPTA
10	0.23	0.65	1.02	SE ACEPTA
11	0.23	0.66	1.01	SE ACEPTA
12	0.25	0.68	0.98	SE ACEPTA
13	0.25	0.69	0.98	SE ACEPTA
14	0.26	0.70	0.97	SE ACEPTA
15	0.26	0.70	0.97	SE ACEPTA
16	0.28	0.73	0.94	SE ACEPTA
17	0.28	0.73	0.94	SE ACEPTA
18	0.32	0.78	0.89	SE ACEPTA
19	0.32	0.78	0.89	SE ACEPTA
20	0.34	0.80	0.87	SE ACEPTA
21	0.34	0.81	0.86	SE ACEPTA
22	0.35	0.82	0.85	SE ACEPTA
23	0.35	0.82	0.85	SE ACEPTA
24	0.39	0.86	0.81	SE ACEPTA
25	0.41	0.89	0.78	SE ACEPTA
26	0.42	0.89	0.77	SE ACEPTA
27	0.46	0.93	0.74	SE ACEPTA
28	0.50	0.96	0.71	SE ACEPTA
29	0.50	0.96	0.71	SE ACEPTA
30	0.53	0.98	0.69	SE ACEPTA
31	0.54	0.98	0.68	SE ACEPTA
32	0.55	0.99	0.68	SE ACEPTA
33	0.55	1.00	0.67	SE ACEPTA
34	0.58	1.01	0.66	SE ACEPTA
35	0.60	1.02	0.65	SE ACEPTA
36	0.60	1.02	0.65	SE ACEPTA
37	0.61	1.02	0.64	SE ACEPTA
38	0.62	1.03	0.64	SE ACEPTA
39	0.63	1.03	0.64	SE ACEPTA
40	0.63	1.03	0.63	SE ACEPTA
41	0.64	1.04	0.63	SE ACEPTA
42	0.65	1.04	0.63	SE ACEPTA
43	0.66	1.04	0.62	SE ACEPTA
44	0.67	1.05	0.62	SE ACEPTA
45	0.67	1.05	0.62	SE ACEPTA
46	0.68	1.05	0.62	SE ACEPTA
47	0.72	1.06	0.61	SE ACEPTA
48	0.73	1.06	0.61	SE ACEPTA
49	0.73	1.06	0.61	SE ACEPTA
50	0.73	1.06	0.61	SE ACEPTA
51	0.74	1.06	0.61	SE ACEPTA
52	0.74	1.06	0.61	SE ACEPTA
53	0.78	1.06	0.61	SE ACEPTA
54	0.85	1.05	0.62	SE ACEPTA
55	0.86	1.05	0.62	SE ACEPTA
56	0.96	1.01	0.65	SE ACEPTA
57	0.98	1.00	0.67	SE ACEPTA
58	0.99	0.99	0.67	SE ACEPTA
59	1.05	0.95	0.71	SE ACEPTA
60	1.05	0.95	0.72	SE ACEPTA
61	1.05	0.95	0.72	SE ACEPTA
62	1.08	0.93	0.74	SE ACEPTA
63	1.14	0.87	0.80	SE ACEPTA
64	1.24	0.76	0.91	SE ACEPTA
65	1.25	0.75	0.92	SE ACEPTA
66	1.38	0.56	1.11	SE ACEPTA
67	1.73	0.19	1.48	SE ACEPTA
68	1.86	0.58	1.09	SE ACEPTA
69	2.28	2.05	-0.38	SE RECHAZA
70	2.43	2.70	-1.03	SE RECHAZA
71	3.22	7.16	-5.50	SE RECHAZA
72	3.38	8.26	-6.60	SE RECHAZA
73	3.78	11.35	-9.68	SE RECHAZA

Anexo 26. Estimación del estadístico T Grubbs y su contraste con el estadístico T con un riesgo (α) del 90 %, en las cifras de generación per cápita de residuos sólidos domésticos en el estrato bajo.

Anexo 27. Resumen de parámetros estadísticos de la premuestra en los tres estratos socioeconómicos evaluados.

	Estrato alto (Fidepaz)	Estrato intermedio (Los Olivos)	Estrato bajo (Márquez de León)	Total/Promedio
Pre-muestra (Pm)	80	80	80	240
Muestras participantes	64	76	73	213
Muestras rechazadas	3	7	5	15
Pre-muestra 1 (n)	61	69	68	198
Rango (R)	0.11-2.16	0.22-2.32	0.10-1.86	0.14-2.11
Media muestral (\bar{x})	0.83	1.09	0.61	0.84
Mediana (Me)	0.75	0.97	0.57	0.76
Desviación estándar (s)	0.44	0.56	0.38	0.46
Error (E)	0.07	0.07	0.07	0.07

Anexo 28. Estimación del tamaño real de la muestra en cada uno de los estratos socioeconómicos evaluados con un nivel de significancia al 90 %.

	Estrato alto (Fidepaz)	Estrato intermedio (Los Olivos)	Estrato 3 (Márquez de León)	Total
No. de muestras efectivas tomadas en campo (n)	61	69	68	198
Tamaño de la pre muestra (n ₁)	109	181	80	370
Numero de muestras Faltantes (n ₂)	48	112	12	172

Anexo 29. Tabla de contraste de hipótesis empleando el estadísticos F de Fisher para comprobar si existen diferencias significativas entre los tres estratos socioeconómicos evaluados.

Comparación de 2 poblaciones	Fcal	Ftab	Criterio de decisión
	$F_{cal}(s_1^2/s_2^2)$	$F_{tab}(\alpha 0.95; 197,60)$	
Estrato alto y Global	1.09847103	1.43929	Se rechaza H_0
	$F_{cal}(s_2^2/s_1^2)$	$1/F_{tab}(\alpha 0.95; 60,197)$	
	0.910356279	1.38792	Se rechaza H_0
	$F_{cal}(s_1^2, s_2^2)$	$F_{tab}(\alpha 0.95; 197,68)$	
Estrato intermedio y Global	2.676478111	1.3703	Se rechaza H_0
	$F_{cal}(s_2^2/s_1^2)$	$1/F_{tab}(\alpha 0.95; 68,197)$	
	0.373625323	1.4121	Se rechaza H_0
	$F_{cal}(s_1^2, s_2^2)$	$F_{tab}(\alpha 0.95; 197,67)$	
Estrato bajo y Global	1.779250365	1.372562	Se rechaza H_0
	$F_{cal}(s_2^2/s_1^2)$	$1/F_{tab}(\alpha 0.95; 67,197)$	
	0.56203445	1.420026	Se rechaza H_0

Anexo 30. Fotografías de la formación del montículo de residuos para la selección de los diferentes subproductos que componen los residuos sólidos domésticos.



Apertura de bolsas negras, vaciado y formación de un montículo a partir de los residuos entregados por cada uno de los estratos socioeconómicos evaluado.



Cuarteo y separación del montículo de residuos de acuerdo con la NMX-AA-015-1985.

Anexo 31. Fotografías del cuarteo y separación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos.



Mezcla y cuarteo del montículo de residuos con ayuda de bieldo y palas. Posteriormente se procedió a aplicar la metodología descrita por la NMX-AA-022-1985 para la selección de subproductos.



Recuperación de residuos orgánicos de origen alimenticio.



Recuperación de residuos orgánicos de origen alimenticio.



Recuperación de metales.



Recuperación de vidrio transparente.



Recuperación de materia orgánica de origen vegetal y jardinería.



Recuperación de tierra, grava, arena y otros residuos finos.

Anexo 33. Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos analizados durante una semana en una muestra representativa de 61 hogares en el estrato alto (colonia Fidepaz).

No.	Subproductos	Estrato alto (colonia Fidepaz)																		
		Peso de subproductos (kg)		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Promedio
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	%
1	Papel bond			0.50	0.62	1.00	1.27	0.70	0.92	0.30	0.39	1.90	2.44	0.60	1.22	0.20	0.27	1.02		
2	Papel de revista			0.00	0.00	0.50	0.63	0.20	0.26	0.00	0.00	0.00	0.00	1.70	3.46	0.00	0.00	0.62		
3	Papel periódico			0.20	0.25	0.00	0.00	1.50	1.98	1.00	1.29	0.40	0.51	0.30	0.61	0.20	0.27	0.70		
4	Cartón (cajas sin multilaminados)			3.70	4.61	5.00	6.35	6.50	8.56	2.60	3.35	2.60	3.34	5.90	11.99	2.70	3.65	5.98		
5	Plástico reciclable (PET, PEAD, PEBD)			8.20	10.22	3.80	4.82	3.70	4.87	4.10	5.29	3.10	3.98	2.40	4.88	3.70	5.00	5.58		
6	Plástico rígido (por ej. Juguetes)			0.00	0.00	1.00	1.27	0.50	0.66	0.50	0.65	0.00	0.00	0.60	1.22	1.40	1.89	0.81		
7	Latas (aluminio)			0.20	0.25	0.30	0.38	0.20	0.26	0.00	0.00	0.10	0.13	0.90	1.83	0.30	0.41	0.47		
8	Latas (lamina)			1.20	1.50	1.60	2.03	1.00	1.32	1.00	1.29	2.80	3.60	1.00	2.03	2.30	3.11	2.12		
9	Material ferroso (hierro, acero)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
10	Material no ferroso (antimonio, cobre)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
11	Vidrio de color			0.00	0.00	5.00	6.35	1.90	2.50	2.60	3.35	1.60	2.06	0.40	0.81	2.60	3.51	2.66		
12	Vidrio transparente			2.80	3.49	4.50	5.71	1.00	1.32	3.60	4.65	2.30	2.96	2.00	4.07	0.90	1.22	3.34		
13	Trapos (telas, ropa)			1.40	1.75	0.40	0.51	0.80	1.05	0.00	0.00	0.60	0.77	1.30	2.64	1.50	2.03	1.25		
14	Residuos alimenticios (orgánicos)			14.70	18.33	22.60	28.68	22.20	29.25	24.50	31.61	28.60	36.76	13.50	27.44	20.40	27.57	28.52		
15	Residuos de jardinería (fibra dura vegetal)			28.80	35.91	20.60	26.14	18.80	24.77	21.80	28.13	11.40	14.65	6.90	14.02	18.50	25.00	24.09		
16	Residuo fino (polvo, arena, cenizas)			5.90	7.36	1.50	1.90	1.50	1.98	0.50	0.65	8.20	10.54	0.00	0.00	0.50	0.68	3.30		
17	Hueso			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
18	Madera			0.40	0.50	0.00	0.00	1.70	2.24	0.80	1.03	0.00	0.00	0.20	0.41	0.00	0.00	0.60		
19	Algodón			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
20	Cuero			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
21	Hule			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
22	Plástico de película (bolsas de mandado)			4.40	5.49	3.10	3.93	4.40	5.80	3.20	4.13	3.40	4.37	2.80	5.69	8.20	11.08	5.78		
23	Polipropileno y desechables			2.10	2.62	0.60	0.76	1.40	1.84	1.00	1.29	2.40	3.08	1.60	3.25	4.80	6.49	2.76		
24	Poliestireno expandido (unicel)			0.60	0.75	0.30	0.38	1.00	1.32	0.70	0.90	0.90	1.16	0.70	1.42	0.70	0.95	0.98		
25	Poliuretano (scotch brite, aislante)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.90	5.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.68	0.82		
26	Fibras sintéticas			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
27	Envases de cartón encerado (tetra-brick)			1.70	2.12	2.30	2.92	1.10	1.45	1.10	1.42	0.90	1.16	1.00	2.03	1.30	1.76	1.84		
28	Loza y cerámica			0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02		
29	Material de construcción (PVC, escombros)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
30	Papel, toallas y otros residuos sanitarios			3.10	3.87	3.60	4.57	5.00	6.59	4.00	5.16	5.30	6.81	2.70	5.49	2.50	3.38	5.12		
31	Pañal desechable			0.30	0.37	0.90	1.14	0.20	0.26	0.00	0.00	0.60	0.77	0.50	1.02	0.80	1.08	0.66		
32	Otros			0.00	0.00	0.20	0.25	0.50	0.66	0.30	0.39	0.70	0.90	2.20	4.47	0.00	0.00	0.95		
	TOTAL			80.20	100.00	78.80	100.00	75.90	100.00	77.50	100.00	77.80	100.00	49.20	100.00	74.00	100.00	100.00		

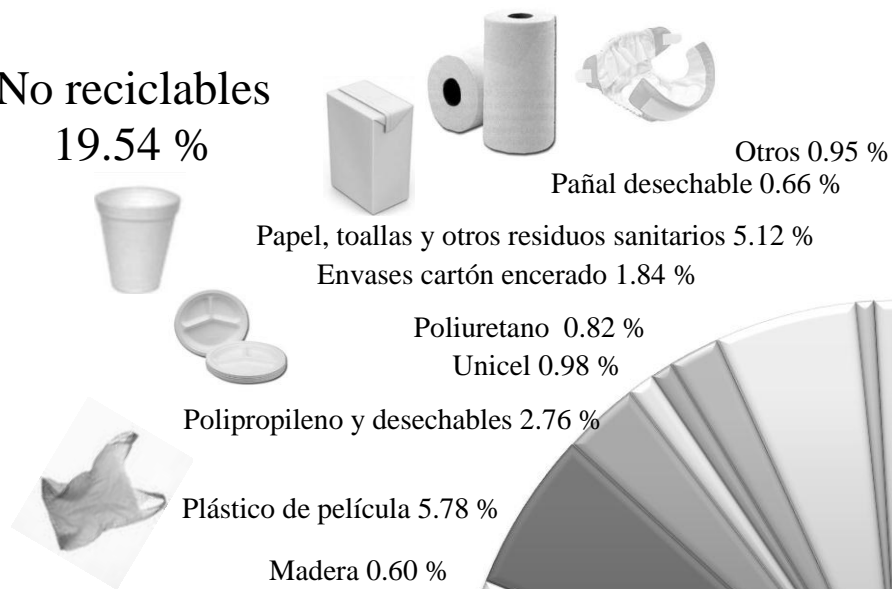
Anexo 34. Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos analizados durante una semana en una muestra representativa de 69 hogares en el estrato intermedio (colonia Los Olivos).

No.	Subproductos	Estrato intermedio (colonia Los Olivos)																		
		Peso de subproductos (kg)		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Promedio
		Porcentaje de subproductos (%)		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg
1	Papel bond			0.60	0.54	3.40	3.40	0.00	0.00	0.40	0.50	0.80	1.14	0.20	0.19	0.20	0.25	0.20	0.86	
2	Papel de revista			0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30	0.70	0.87	0.00	0.00	0.20	0.19	1.00	1.23	0.37		
3	Papel periodico			0.80	0.72	4.50	4.50	1.50	2.23	0.40	0.50	0.30	0.43	2.00	1.89	1.10	1.35	1.66		
4	Cartón (cajas sin multilaminados)			1.40	1.25	4.40	4.40	3.30	4.90	2.50	3.10	2.10	2.99	3.50	3.30	3.90	4.79	3.53		
5	Plástico reciclable (PET, PEAD, PEBD)			3.20	2.87	5.70	5.71	4.30	6.39	5.10	6.32	3.30	4.69	4.90	4.62	4.60	5.64	5.18		
6	Plástico rígido (por ej. Juguetes)			1.80	1.61	4.70	4.70	0.00	0.00	0.60	0.74	0.00	0.00	0.40	0.38	0.50	0.61	1.15		
7	Latas (aluminio)			0.00	0.00	0.30	0.30	0.50	0.74	0.10	0.12	0.10	0.14	0.20	0.19	0.00	0.00	0.21		
8	Latas (lamina)			0.60	0.54	1.70	1.70	1.10	1.63	0.90	1.12	0.80	1.14	1.80	1.70	1.30	1.60	1.35		
9	Material ferroso (hierro, acero)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60	0.57	0.00	0.00	0.10		
10	Material no ferroso (antimonio, cobre)			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
11	Vidrio de color			3.10	2.78	1.20	1.20	1.30	1.93	2.00	2.48	0.00	0.00	3.10	2.92	1.80	2.21	1.93		
12	Vidrio transparente			2.30	2.06	2.60	2.60	1.50	2.23	1.50	1.86	0.90	1.28	2.60	2.45	2.80	3.44	2.27		
13	Trapos (telas, ropa)			1.70	1.52	4.70	4.70	1.30	1.93	2.40	2.97	1.50	2.13	2.20	2.07	1.30	1.60	2.42		
14	Residuos alimenticios (orgánicos)			12.10	10.84	25.90	25.93	16.90	25.11	17.10	21.19	9.20	13.09	24.60	23.19	20.90	25.64	20.71		
15	Residuos de jardinería (fibra dura vegetal)			47.80	42.83	6.20	6.21	23.60	35.07	16.70	20.69	26.60	37.84	22.10	20.83	16.70	20.49	26.28		
16	Residuo fino (polvo, arena, cenizas)			20.10	18.01	17.40	17.42	1.70	2.53	14.90	18.46	14.00	19.91	12.40	11.69	8.60	10.55	14.08		
17	Hueso			1.10	0.99	0.00	0.00	0.10	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09	0.00	0.00	0.18		
18	Madera			1.00	0.90	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.16		
19	Algodón			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
20	Cuero			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
21	Hule			0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04		
22	Plástico de película (bolsas de mandado)			3.90	3.49	4.70	4.70	3.20	4.75	2.90	3.59	2.50	3.56	6.80	6.41	4.60	5.64	4.59		
23	Polipropileno y desechables			0.70	0.63	1.60	1.60	0.60	0.89	2.00	2.48	1.00	1.42	2.50	2.36	1.70	2.09	1.64		
24	Poliestireno expandido (unicel)			0.40	0.36	0.70	0.70	0.10	0.15	0.30	0.37	0.10	0.14	0.90	0.85	0.60	0.74	0.47		
25	Poliuretano (scotch brite, aislante)			0.40	0.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05		
26	Fibras sintéticas			0.00	0.00	1.60	1.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23		
27	Envases de cartón encerado (tetra-brick)			0.50	0.45	1.20	1.20	1.00	1.49	0.90	1.12	0.80	1.14	1.30	1.23	1.20	1.47	1.16		
28	Loza y cerámica			1.40	1.25	0.00	0.00	0.20	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.19	0.00	0.00	0.25		
29	Material de construcción (PVC, escombros)			0.90	0.81	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12		
30	Papel, toallas y otros residuos sanitarios			4.50	4.03	3.30	3.30	3.80	5.65	6.70	8.30	2.40	3.41	8.60	8.11	3.60	4.42	5.32		
31	Pañal desechable			1.10	0.99	3.90	3.90	0.80	1.19	2.20	2.73	3.50	4.98	4.60	4.34	5.10	6.26	3.48		
32	Otros			0.20	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.50	0.40	0.57	0.30	0.28	0.00	0.00	0.22		
	TOTAL			111.60	100.00	99.90	100.00	67.30	100.00	80.70	100.00	70.30	100.00	106.10	100.00	81.50	100.00	100.00		

Anexo 35. Cuantificación de subproductos contenidos en los residuos sólidos domésticos analizados durante una semana en una muestra representativa de 68 hogares en el estrato bajo (colonia Márquez de León).

No.	Subproductos	Estrato bajo (colonia Márquez de León)																	
		Peso de subproductos (kg)		Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes	Promedio
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
1	Papel bond	0.40	0.50	0.70	1.11	1.70	1.38	1.50	1.21	0.60	0.81	0.20	0.33	0.50	0.74	0.30	0.58	0.88	
2	Papel de revista	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.64	1.60	2.15	0.30	0.50	0.00	0.00	0.50	0.96	0.61	
3	Papel periodico	0.80	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.32	0.20	0.27	0.00	0.00	0.00	0.20	0.38	0.14		
4	Cartón (sin multilaminados)	6.30	7.86	2.10	3.32	2.20	1.79	2.20	1.77	0.80	1.08	1.50	2.49	2.00	2.97	0.90	1.73	2.16	
5	Plástico reciclable (PET, PEAD, PEBD)	5.40	6.73	6.30	9.95	4.00	3.25	7.10	5.72	5.60	7.54	2.40	3.98	2.50	3.71	2.50	4.81	5.57	
6	Plástico rígido (por ej. juguetes)	0.80	1.00	1.40	2.21	4.60	3.74	1.60	1.29	2.00	2.69	1.80	2.99	3.60	5.35	0.60	1.15	2.77	
7	Latas (aluminio)	0.10	0.12	0.10	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
8	Latas (lamina)	1.30	1.62	0.50	0.79	0.70	0.57	1.50	1.21	0.60	0.81	0.90	1.49	0.90	1.34	0.50	0.96	1.02	
9	Material ferroso (hierro, acero)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	Material no ferroso (antimonio, cobre)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
11	Vidrio de color	0.50	0.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.20	3.65	0.00	0.00	0.50	0.96	0.66	
12	Vidrio transparente	3.60	4.49	1.50	2.37	3.40	2.77	2.10	1.69	3.20	4.31	1.30	2.16	1.90	2.82	2.00	3.85	2.85	
13	Trapos (telas, ropa)	5.10	6.36	5.00	7.90	5.10	4.15	13.00	10.48	4.40	5.92	7.70	12.77	10.70	15.90	4.90	9.42	9.51	
14	Residuos alimenticios (orgánicos)	6.70	8.35	6.50	10.27	6.90	5.61	17.90	14.42	10.30	13.86	5.00	8.29	13.50	20.06	5.80	11.15	11.95	
15	Residuos de jardinería (fibra dura vegetal)	35.00	43.64	17.20	27.17	24.10	19.61	35.60	28.69	10.30	13.86	8.00	13.27	6.60	9.81	12.90	24.81	19.60	
16	Residuo fino (polvo, arena, cenizas)	1.50	1.87	8.40	13.27	49.20	40.03	12.80	10.31	21.20	28.53	15.10	25.04	14.40	21.40	8.20	15.77	22.05	
17	Hueso	0.60	0.75	0.00	0.00	0.20	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	
18	Madera	0.40	0.50	0.60	0.95	1.10	0.90	0.00	0.00	0.50	0.67	2.40	3.98	1.20	1.78	0.00	0.00	1.18	
19	Algodón	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20	Cuero	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.08	0.60	0.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	
21	Hule	0.20	0.25	0.10	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.38	0.08	
22	Plástico de película (bolsas de mandado)	2.60	3.24	2.30	3.63	4.00	3.25	6.70	5.40	2.70	3.63	3.00	4.98	2.10	3.12	2.60	5.00	4.15	
23	Polipropileno y desechables	0.40	0.50	0.80	1.26	1.10	0.90	1.10	0.89	1.10	1.48	0.90	1.49	1.30	1.93	0.90	1.73	1.38	
24	Poliestireno expandido (unicel)	1.70	2.12	0.30	0.47	0.60	0.49	0.50	0.40	0.10	0.13	0.20	0.33	0.30	0.45	0.60	1.15	0.49	
25	Poliuretano (scotch brite, aislante)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.80	1.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21	
26	Fibras sintéticas	0.00	0.00	0.10	0.16	0.20	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.50	0.00	0.00	0.60	1.15	0.28	
27	Envases de cartón encerado (tetra-brick)	0.70	0.87	0.60	0.95	1.20	0.98	1.20	0.97	0.80	1.08	0.70	1.16	0.50	0.74	0.90	1.73	1.09	
28	Loza y cerámica	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	
29	Materia de construcción (escombro)	0.00	0.00	0.00	0.00	1.10	0.90	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.96	0.27	
30	Papel, toallas y otros residuos sanitarios	1.40	1.75	1.80	2.84	3.30	2.69	5.00	4.03	3.20	4.31	1.00	1.66	2.00	2.97	1.50	2.88	3.05	
31	Pañal desechable	4.00	4.99	7.00	11.06	3.90	3.17	10.80	8.70	3.70	4.98	5.40	8.96	2.80	4.16	4.00	7.69	6.96	
32	Otros	0.70	0.87	0.00	0.00	2.40	1.95	1.60	1.29	1.40	1.88	0.00	0.00	0.50	0.74	0.40	0.77	0.95	
	TOTAL	80.20	100	63.30	100	122.90	100	124.10	100.00	74.30	100	60.30	100.00	67.30	100.00	52.00	100	100.00	

No reciclables
19.54 %

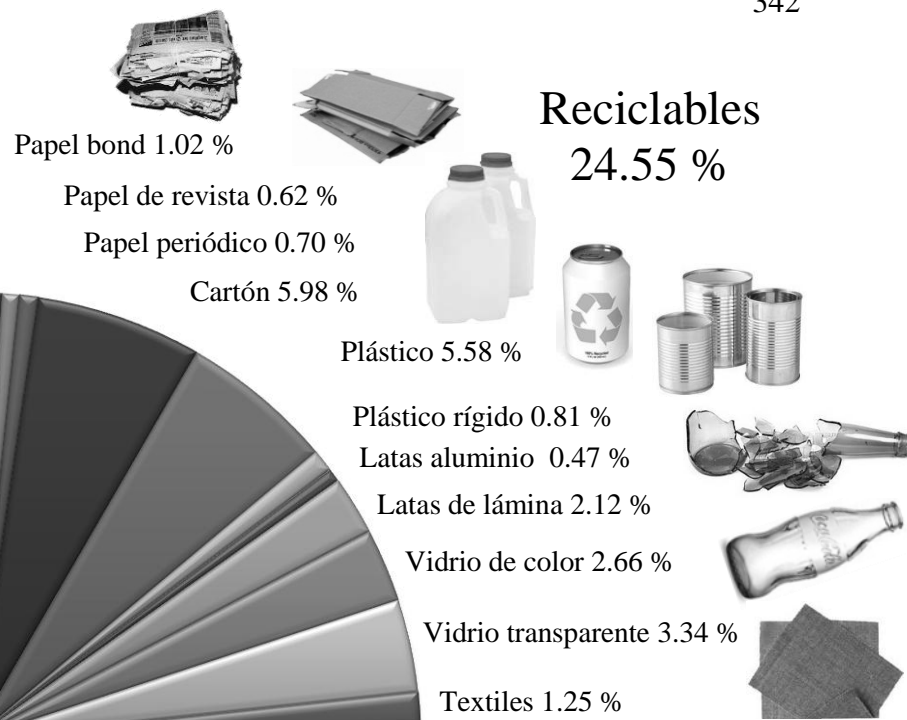


Grava, arena, tierra, polvo, cenizas 3.30 %

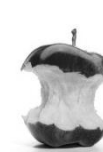


Residuos de jardinería 24.09 %

Reciclables
24.55 %



Residuos de alimenticios 28.52 %



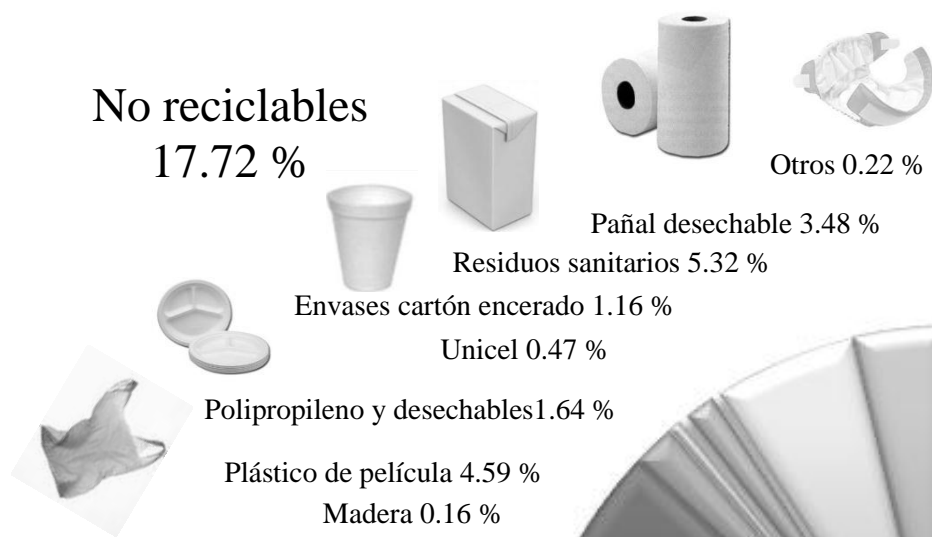
Orgánicos
55.91 %



Anexo 36. Composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos generados en el estrato alto.

No reciclables

17.72 %



Reciclables

21.03 %



Grava, arena, tierra, polvo, cenizas 14.08 %



Residuos de alimentos 20.71 %



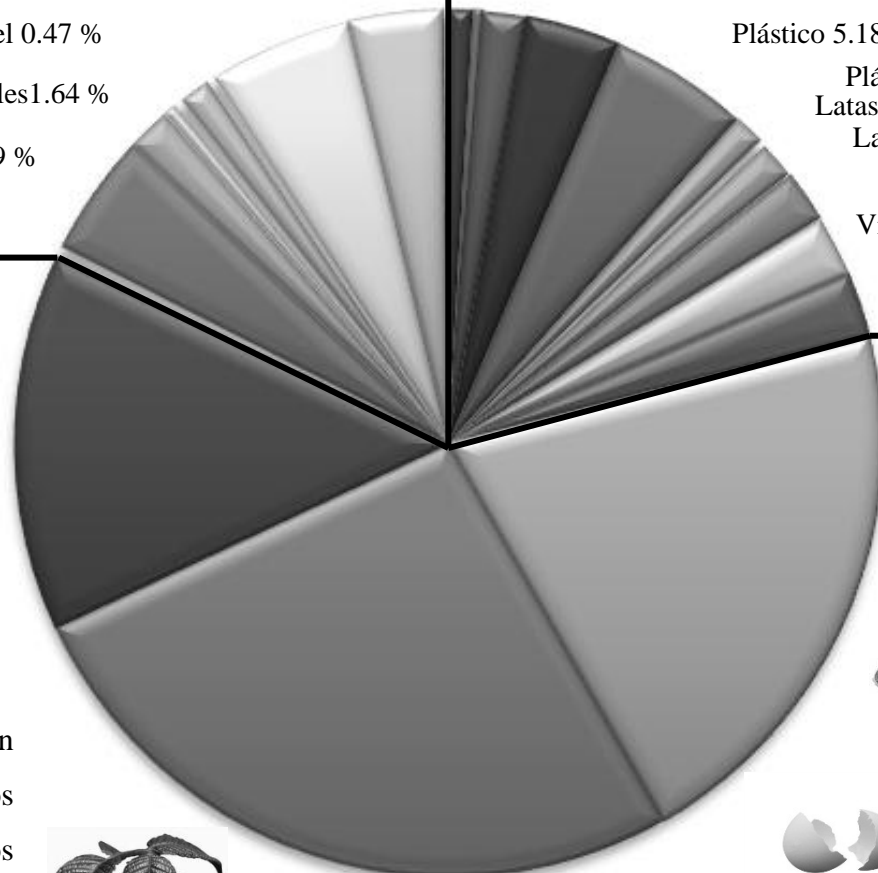
Orgánicos

61.07%

Residuos de jardinería 26.28 %

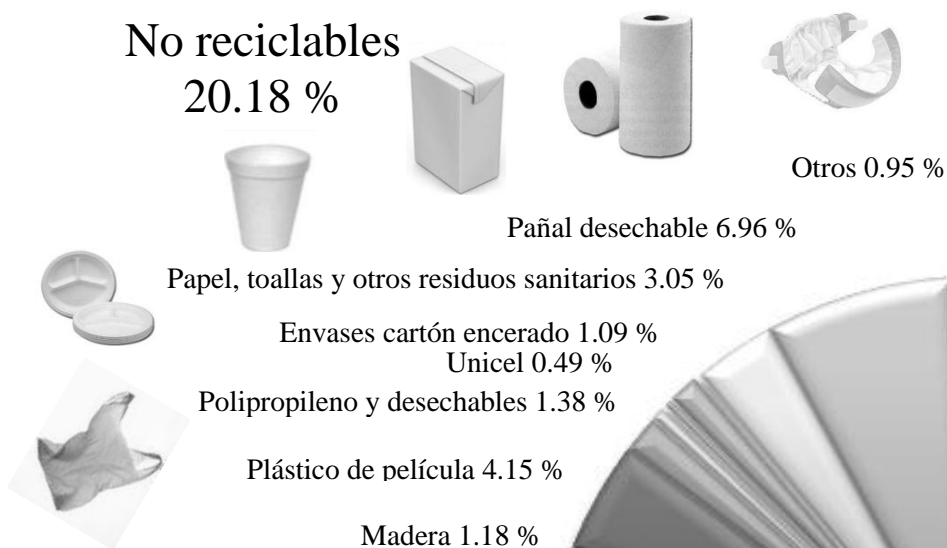


Anexo 37. Composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos generados en el estrato intermedio.



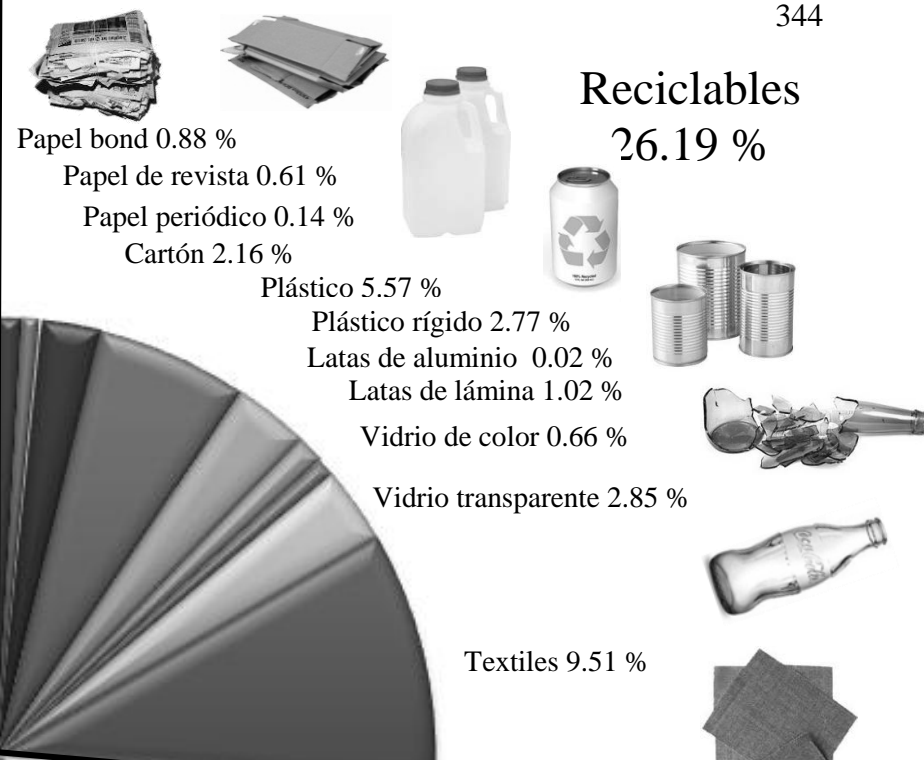
No reciclables

20.18 %



Reciclables

26.19 %



Grava, arena, tierra, polvo, cenizas 22.05 %



Anexo 38. Composición porcentual promedio de los residuos sólidos domésticos generados en el estrato bajo.



Residuos de jardinería 19.60 %

Residuos de alimentos 11.95 %

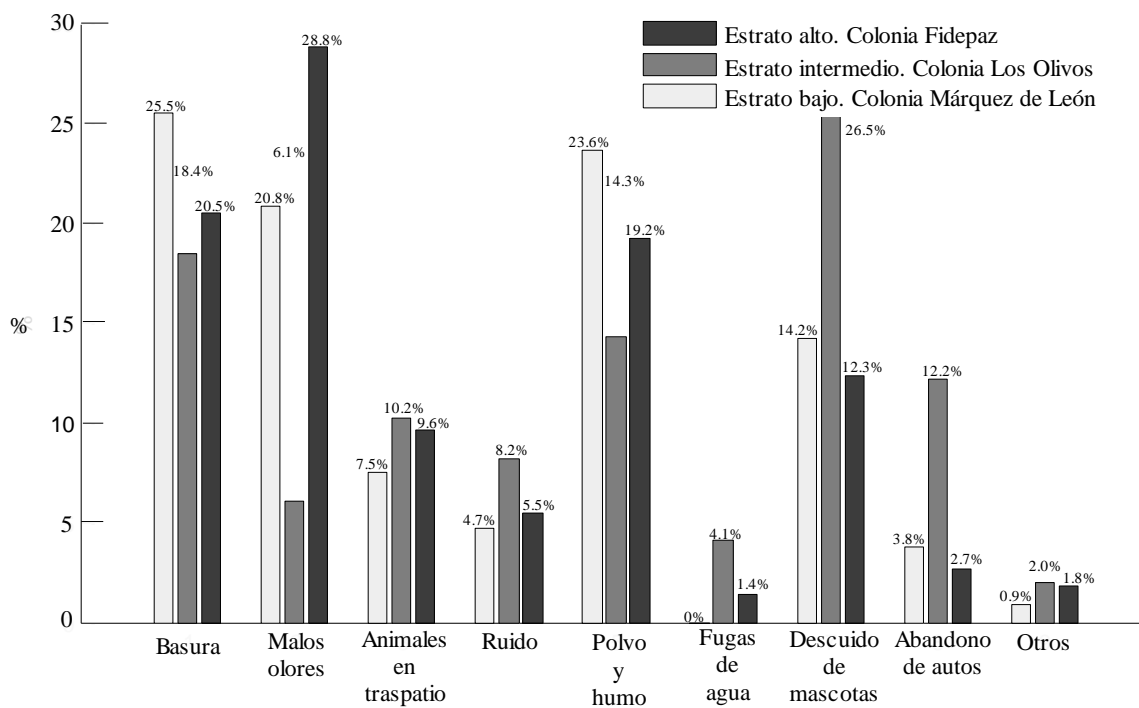


Orgánicos
53.61%

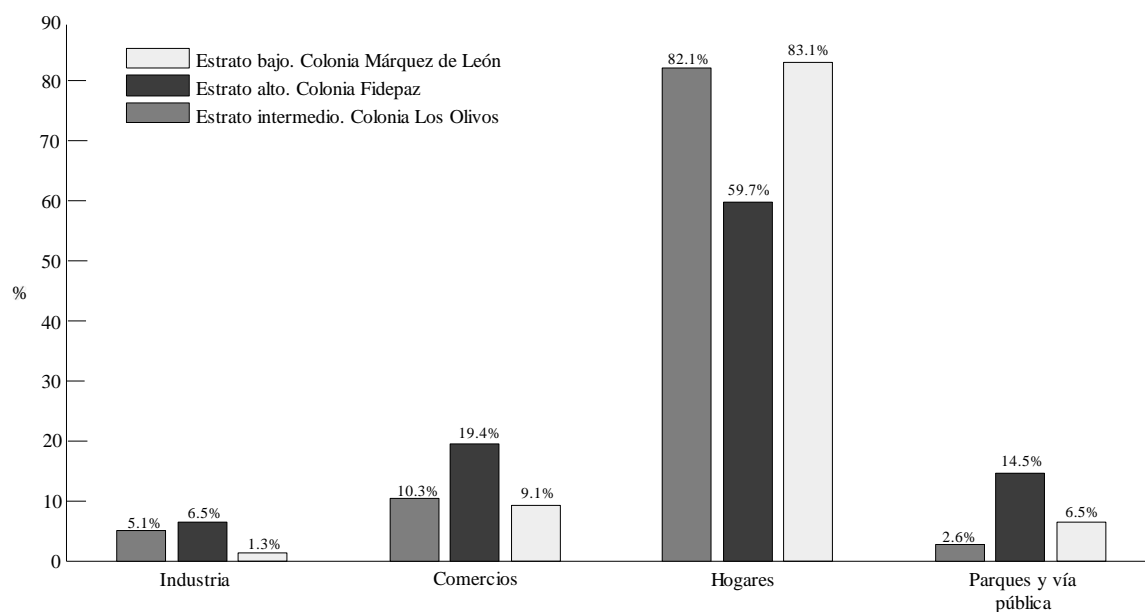
Anexo 39. Formato de registro de la densidad de residuos sólidos domésticos.

Clasificación de residuos	Estrato Alto. Colonia Fidepaz																					
	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Domingo		Lunes		Promedio					
	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³	kg	m ³				
En masa (mezcla de todos los residuos)																						
Cartón (sin multilaminado)																						
Plástico reciclable (PET, PEAD, PEBD)																						
Vidrio (todos los colores)																						
Metales (ferrosos y no ferrosos)																						
Residuos orgánicos (alimentos, jardinería, residuos finos)																						
Mezcla de residuos reciclables																						
Mezcla de residuos no reciclables																						
Residuos inorgánicos																						

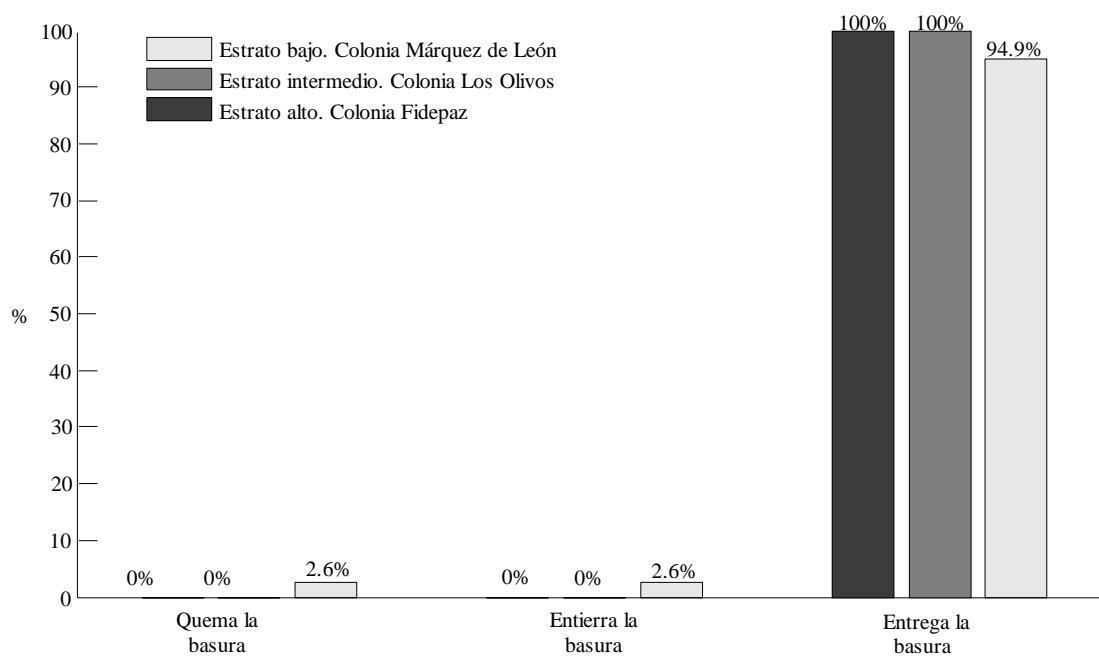
Anexo 40. Problemática ambiental considerada como la más grave en la localidad.



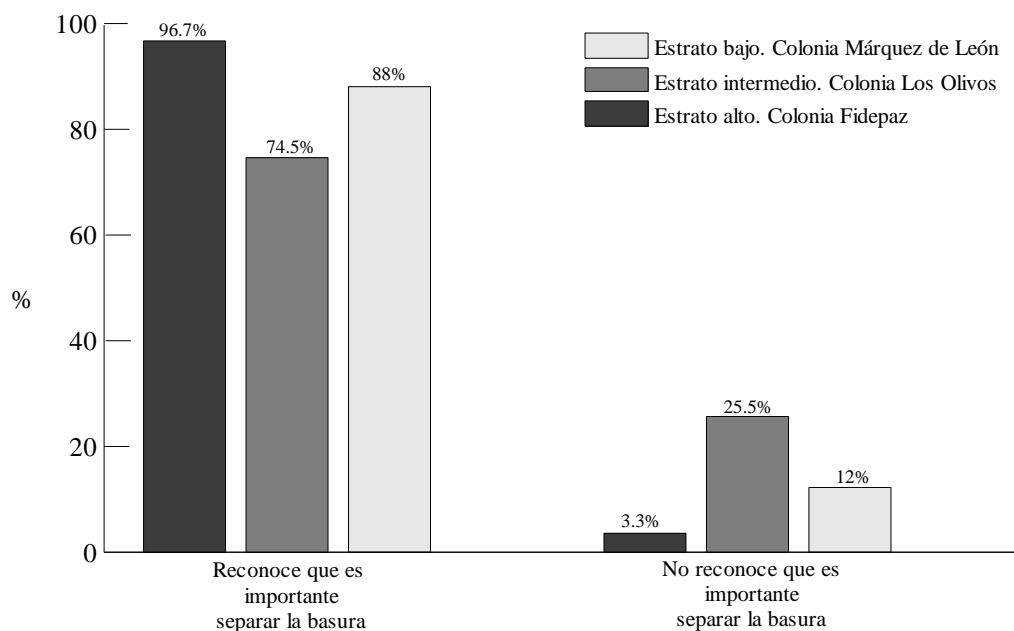
Anexo 41. Percepción sobre el principal generador de residuos en la localidad.



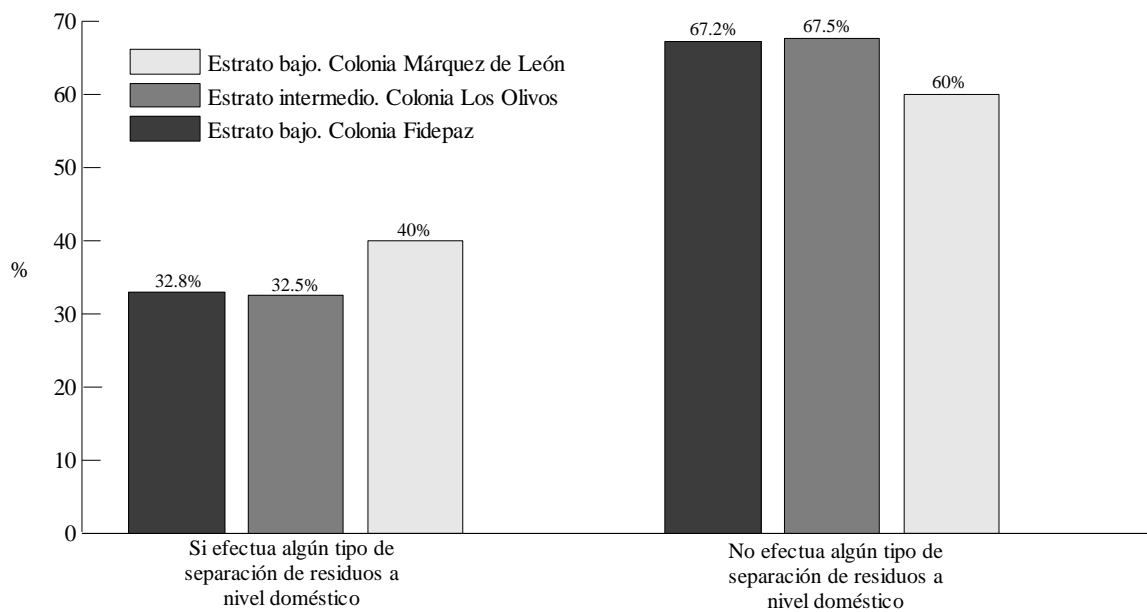
Anexo 42. Destino final que dan a los residuos generados a nivel doméstico.



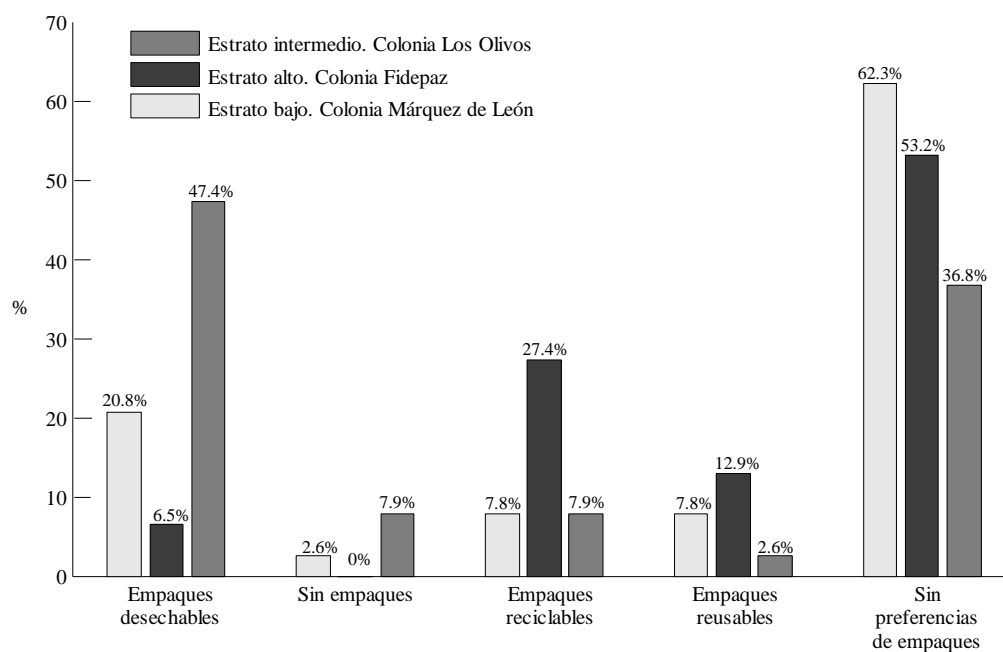
Anexo 43. Reconocimiento de la importancia de la separación de los residuos generados a nivel doméstico.



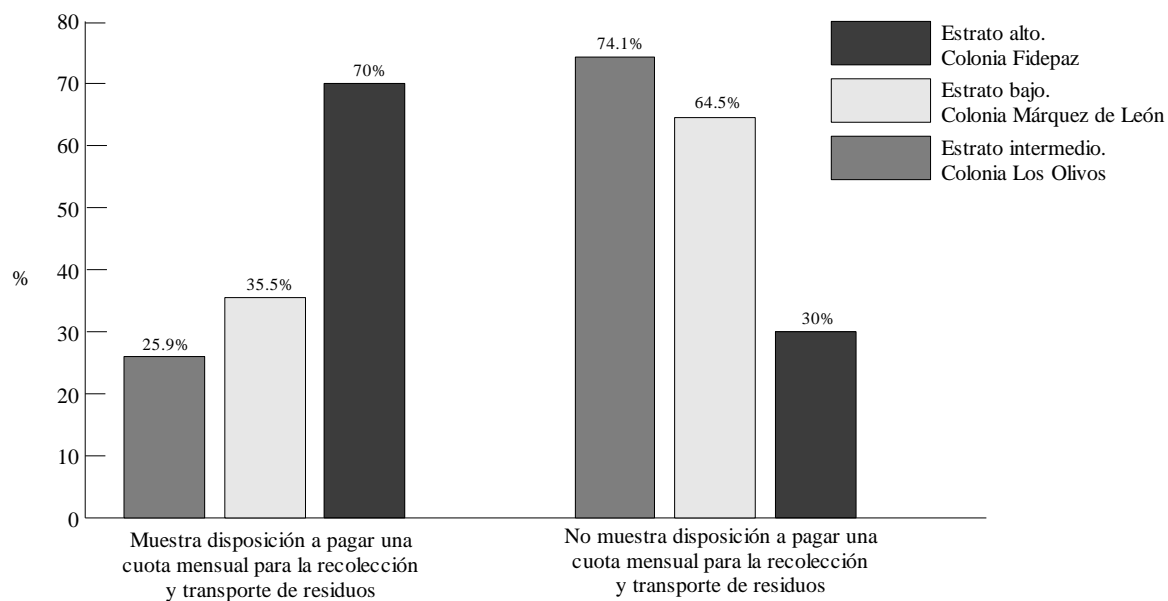
Anexo 44. Evaluación del hábito de separación de residuos sólidos domésticos.



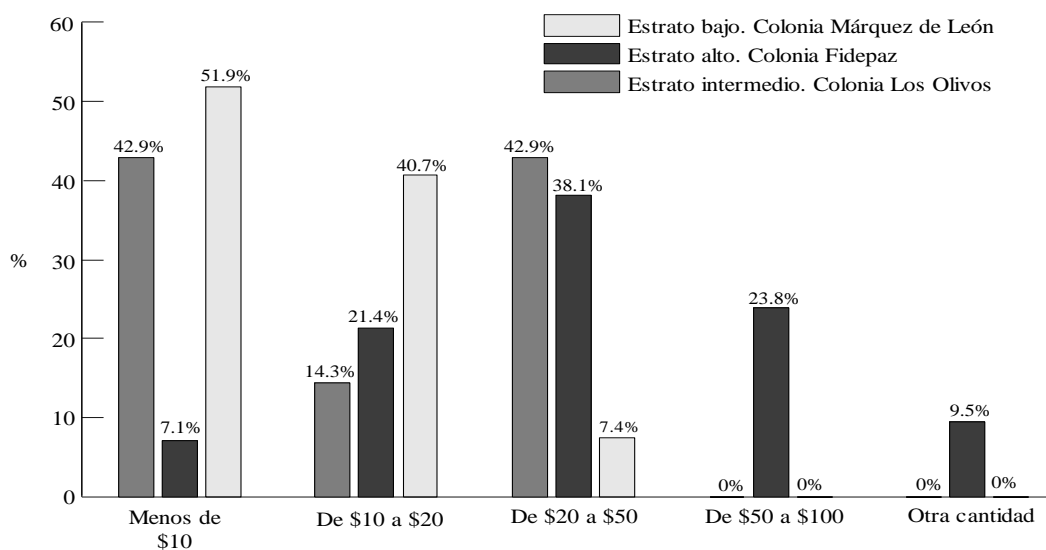
Anexo 45. Preferencias en hábitos de consumo con respecto al uso de empaques.



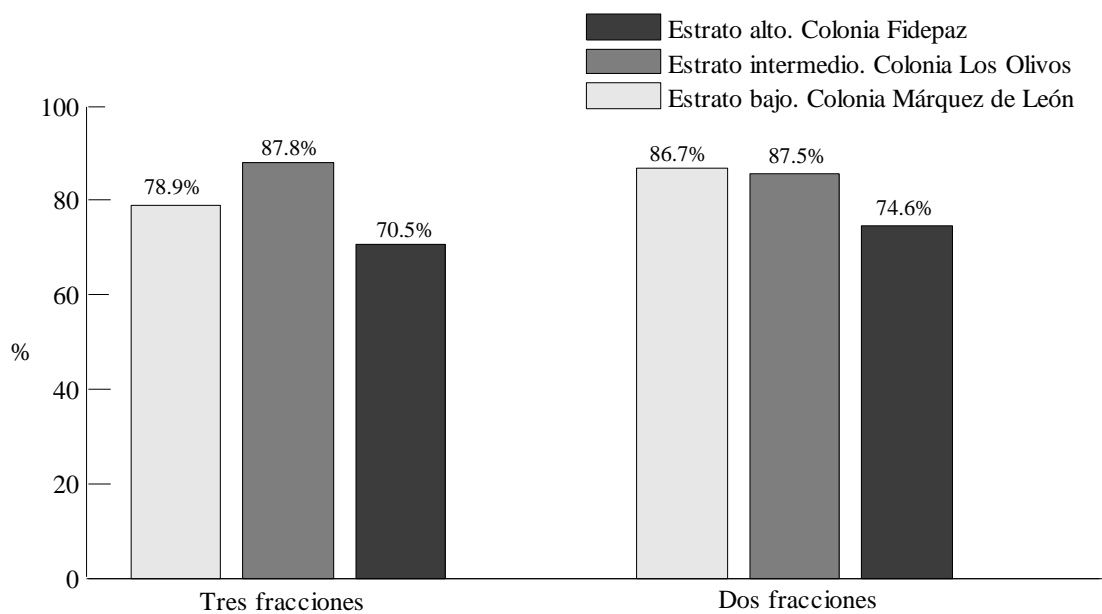
Anexo 46. Disposición a pagar por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



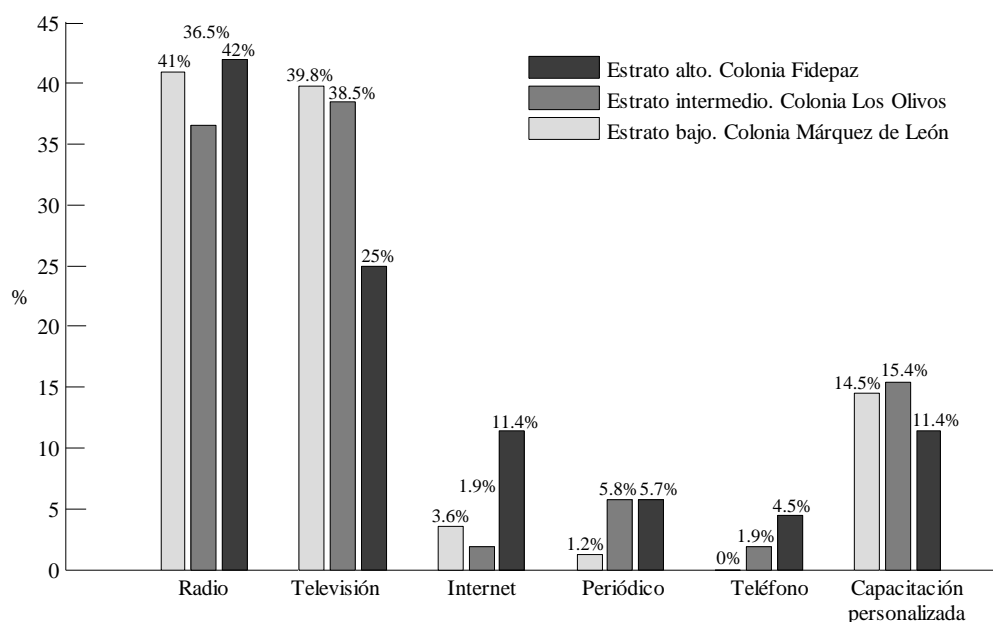
Anexo 47. Montos mensuales que están dispuestos a pagar por el servicio de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



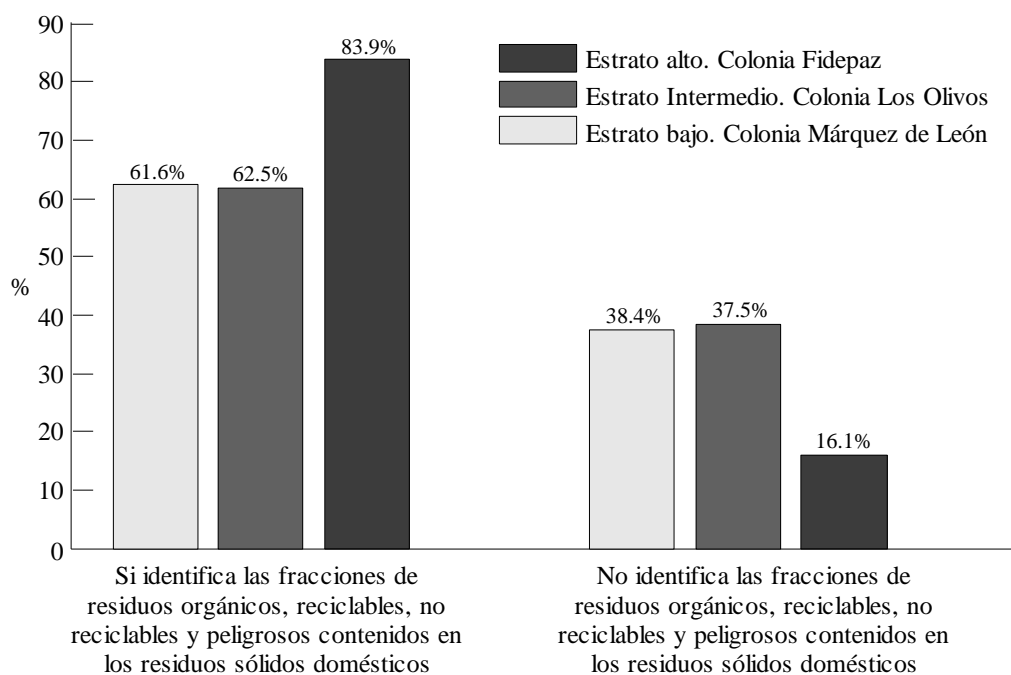
Anexo 48. Disponibilidad para participar en un nuevo programa de manejo de residuos sólidos domésticos que involucre la separación de los residuos en dos o tres fracciones.



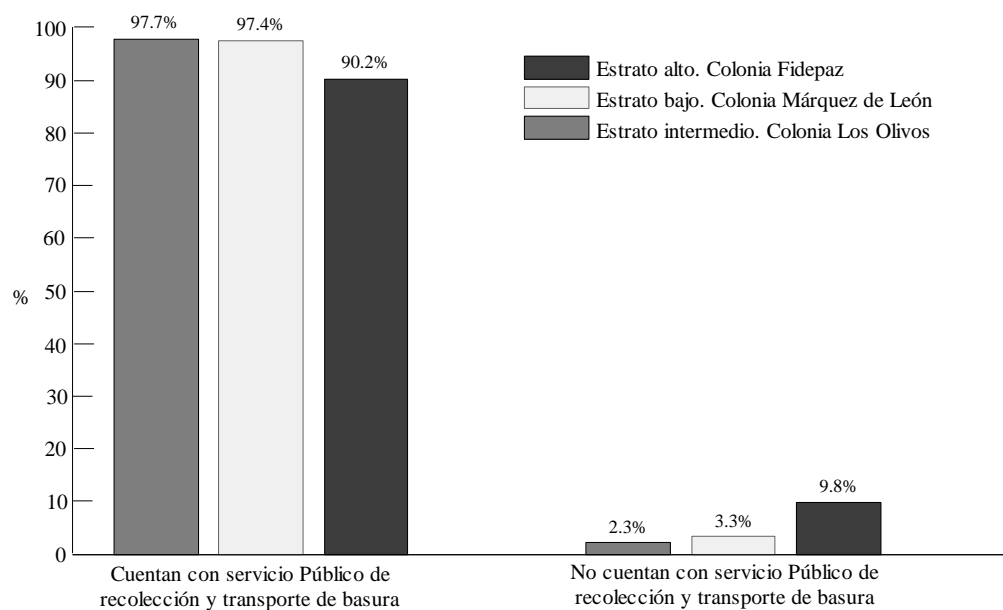
Anexo 49. Medio de difusión local que consideran más factible para difundir un nuevo programa de manejo de residuos sólidos domésticos.



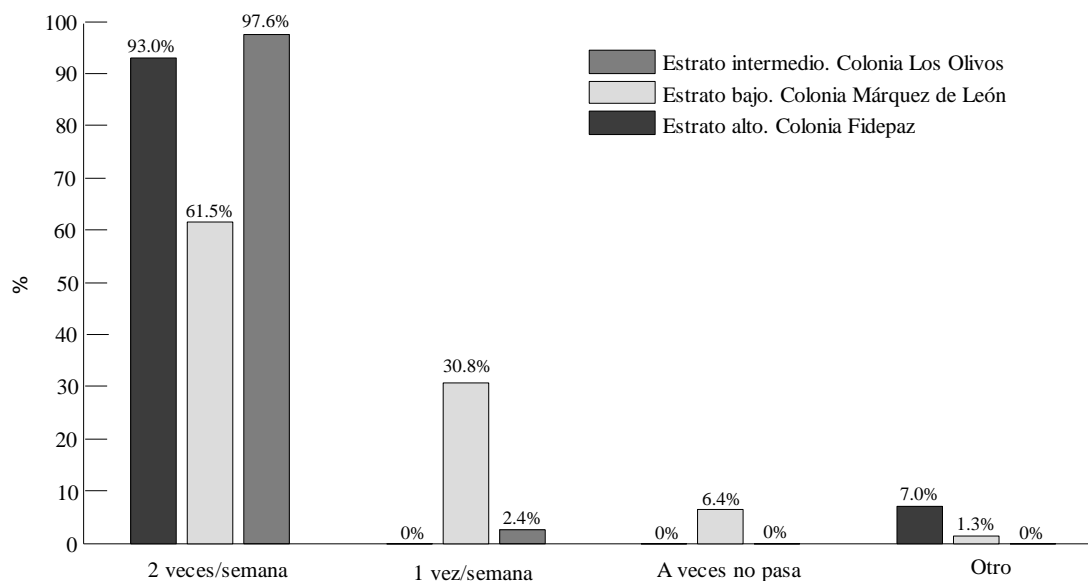
Anexo 50. Capacidad para reconocer las diferentes fracciones de residuos contenidos en los residuos sólidos domésticos.



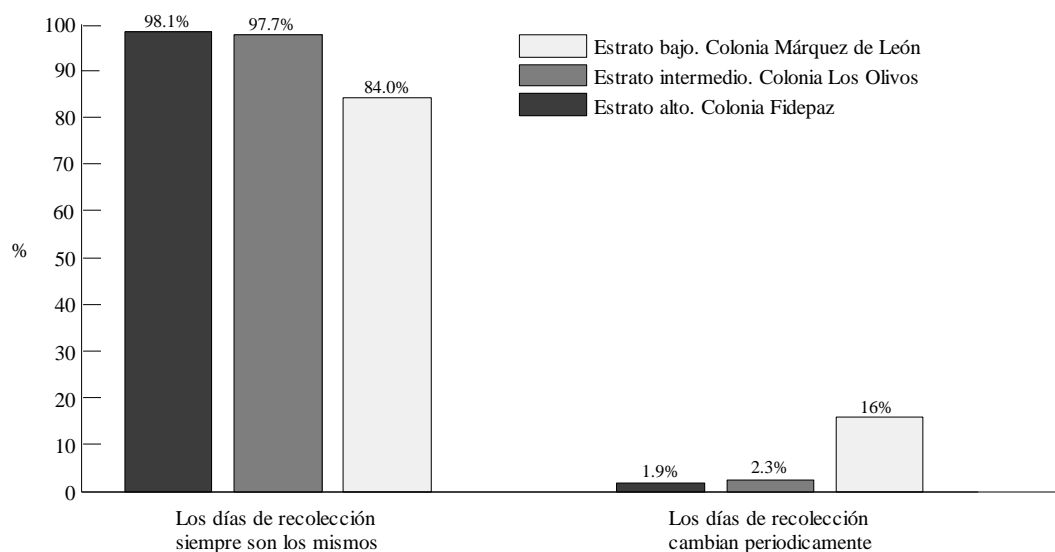
Anexo 51. Nivel de participación del servicio público y privado en la recolección y transporte de residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados.



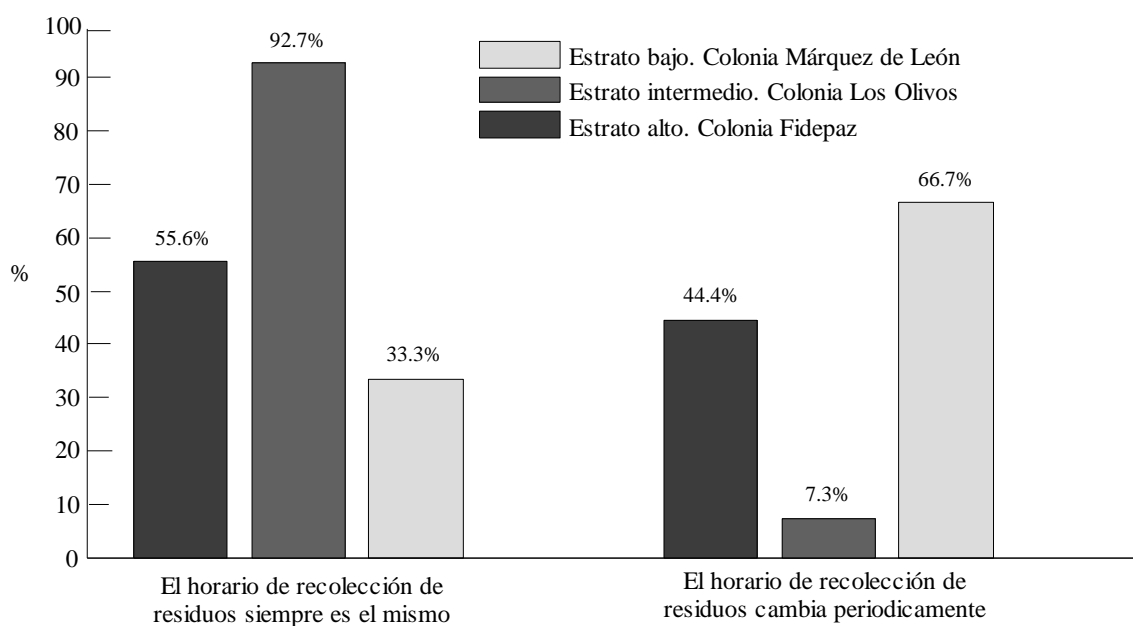
Anexo 52. Frecuencia semanal de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos en los tres estratos socioeconómicos evaluados.



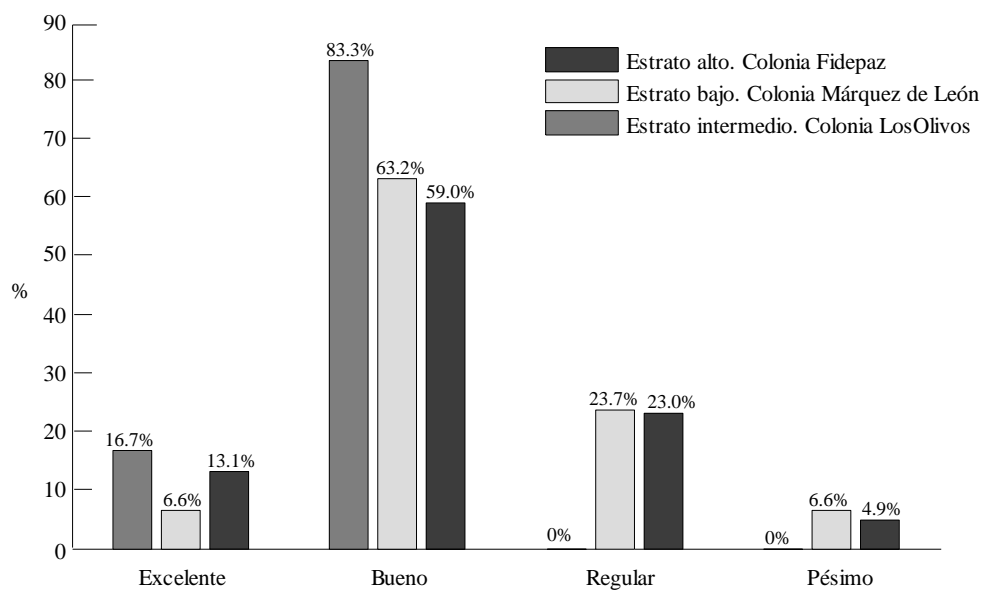
Anexo 53. Variabilidad en la prestación del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



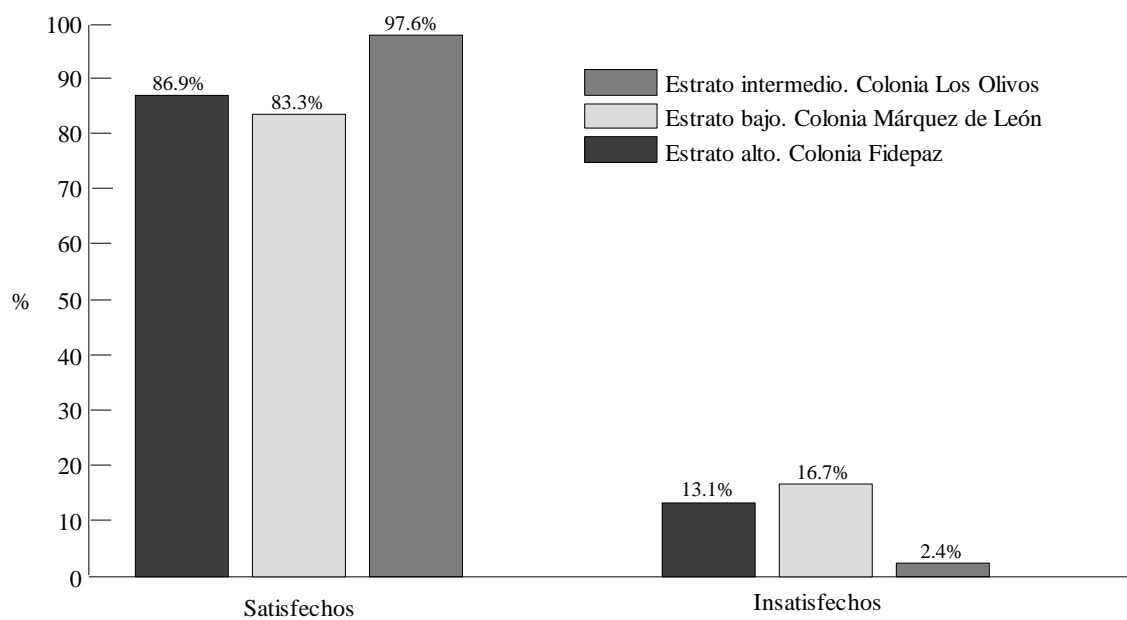
Anexo 54. Variabilidad en el horario para la prestación del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



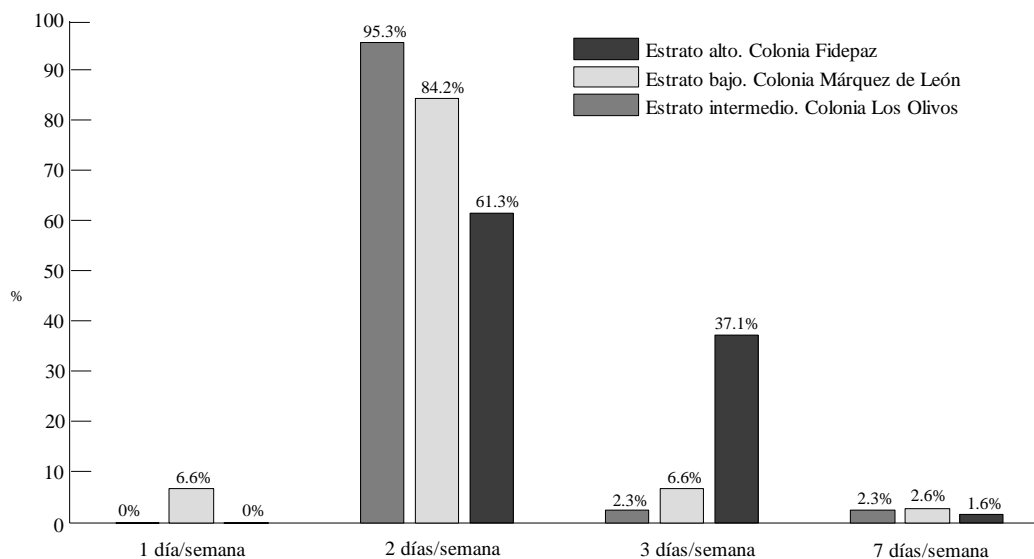
Anexo 55. Percepción de los usuarios del servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



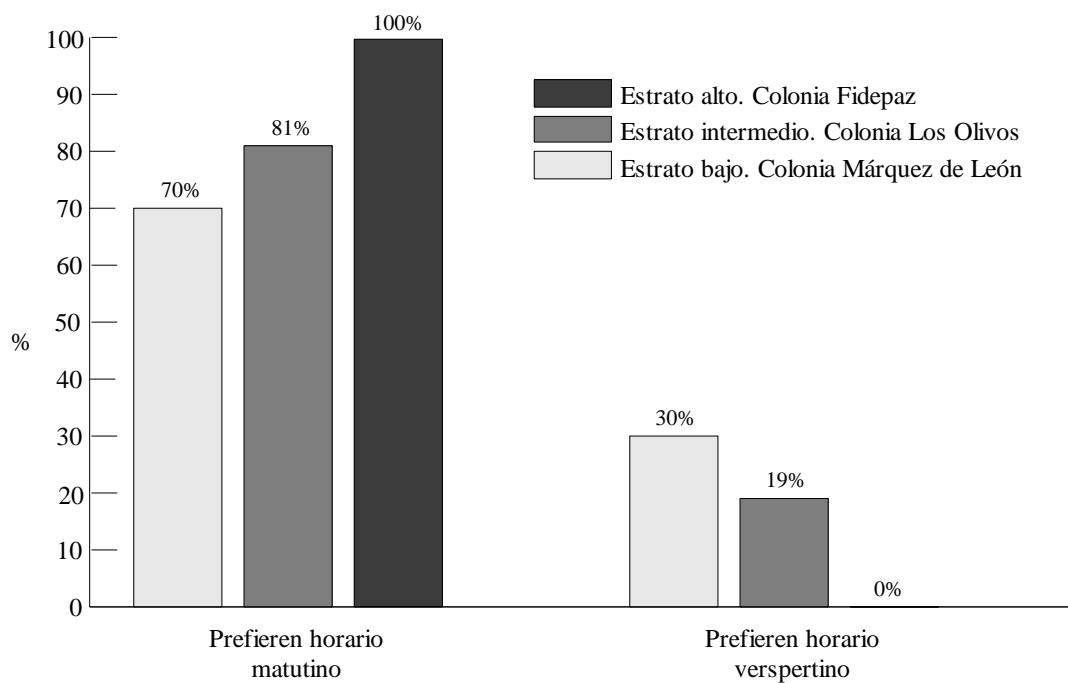
Anexo 56. Nivel de satisfacción con el servicio público de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



Anexo 57. Recomendaciones para mejorar la frecuencia de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



Anexo 58. Recomendaciones para mejorar el horario de recolección y transporte de residuos sólidos domésticos.



Anexo 59. Formato de entrevista a representantes de centros de acopio



FORMATO DE ENTREVISTA A REPRESENTANTES DE CENTROS DE ACOPIO

Fecha: _____ Hora: _____

DATOS GENERALES

Geo localización: Datum _____ Latitud _____

Longitud _____

Nombre completo de la empresa:

Dirección:

Colonia: _____ Código postal: _____ Teléfonos:

Horario de trabajo: De _____ a _____. Horario: _____

Nombre del/los propietario/s: _____

Procedencia del/los propietario/s: _____

Experiencia en el ramo: _____

PROPIEDAD: PRIVADO MUNICIPAL CONCESIONADO

Tiempo de consolidación de la empresa: _____ Fecha de apertura: _____

Cuentan con otra sucursal dentro o fuera del municipio o la entidad: SI NO

¿En dónde?: _____ ¿Qué residuos recuperan?: _____

Residuos que recuperan:

PAPEL CARTÓN PLÁSTICO VIDRIO METALES TEXTILES MATERIA ORGÁNICA

Previamente comercializaba algún otro tipo de residuo reciclable: SI NO

¿Cuál/es?: _____

¿Por qué dejó de recuperarlo/s? _____

(PROCEDER A LLENAR EL FORMATO ANEXO PARA
CADA TIPO DE MATERIAL QUE RECUPERAN)

Anexo 59 (continuación). Formato de entrevista a representantes de centros de acopio.



FORMATO DE ENTREVISTA A REPRESENTANTES DE CENTROS DE ACOPIO

ESTRUCTURA LABORAL

Número de trabajadores: _____ Hombres: _____ Mujeres: _____

INSTALACIONES

Son: PROPIO PRESTADO RENTADO

Cuenta con servicios de:

ENERGÍA ELÉCTRICA AGUA POTABLE DRENAJE Y ALCANTARILLADO TELÉFONO

CAPACIDAD INSTALADA

Cantidad máxima de materiales reciclables que podría comercializar mensualmente (toneladas):

Papel: _____ Cartón: _____ Plástico: _____ Vidrio: _____ Metales: _____ Materia orgánica: _____

¿Qué posibilidad tendría para aumentar la capacidad instalada en los próximos años? _____

Menciona las principales limitantes para procesar una mayor cantidad de residuos: _____

Mencione las principales dificultades detectadas durante su trabajo y experiencia en el ramo _____

Anexo 60. Formato adicional de entrevista a centros de acopio en función del tipo de residuo reciclable que recuperan.



FORMATO DE REGISTRO PARA LOS CENTROS DE ACOPIO

RESIDUO RECICLABLE: **PAPEL**

NOMBRE DE LA EMPRESA: _____

TIPO(S) DE PAPEL QUE RECIBEN: _____

ESPECIFICACIONES O CARACTERÍSTICAS QUE DEBE CUMPLIR EL MATERIAL QUE RECIBEN (color, c/o s/ tintas, limpieza, orden, tamaño, etc.): _____

EJEMPLOS DE PRODUCTOS DE USO COMÚN QUE RECIBEN _____

ESPECÍFICAMENTE, QUÉ TIPO DE PRODUCTOS QUE CONTIENEN PAPEL NO RECIBEN: _____

PRINCIPALES PROVEEDORES DE PAPEL:

EMPRESAS PRIVADAS	SI	NO	% _____	Mencione la más importantes	_____ _____ _____
PEPENADORES	SI	NO	% _____	Número aproximado	_____ _____
INSTITUCIONES PUBLICAS	SI	NO	% _____	Mencione la más importantes	_____ _____
PARTICULARES	SI	NO	% _____		
RECOLECCIÓN PROPIA	SI	NO	% _____	Frecuencia semanal	_____
				Personal involucrado	_____
				Sitio de recolección	_____

Anexo 60. (Continuación). Formato adicional de entrevista a representantes de centros de acopio en función del tipo de residuo reciclable que recuperan.

CANTIDAD TOTAL PROMEDIO (TONELADAS) ACOPIADAS DE PAPEL EN:

1 DÍA: _____ SEMANA: _____ MES: _____

PRECIO DE COMPRA MENUDEO: _____ (KILOGRAMO)

PRECIO DE COMPRA MAYOREO: _____ (TONELADA)

TRATAMIENTO PREVIO PARA LA COMERCIALIZACIÓN DEL PAPEL: _____

DESTINO PRINCIPAL:

LOCAL, % _____

PARA TRASPORTE FUERA DEL ESTADO, % _____

	NOMBRE DE LA EMPRESA	UBICACIÓN	MEDIO DE TRANSPORTE	PRECIO DE COMPRA	PRECIO DE VENTA
1					
2					
3					
4					
5					

LAS UNIDADES DE TRANSPORTE DE RESIDUOS PARA SU COMERCIALIZACIÓN SON:

PROPIA: _____ (número) RENTADA: _____ (número) CUANTO \$ _____

CARACTERÍSTICAS DE LAS UNIDADES DE TRANSPORTE: _____

GASTOS DE TRANSPORTE TOTAL _____

SALARIO DE PERSONAL: _____

DÍAS DE TRABAJO: _____

COMBUSTIBLE: _____

PERMISOS ADUANALES: _____

OTRO TIPO DE GASTOS: _____

Anexo 61. Fotografías de los diferentes centros de acopio de residuos reciclables ubicados en la ciudad de La Paz.

Recicladora La Paz



Vista exterior



Vista interior

Medio Ambiente y Sociedad A. C.



Medio Ambiente y Sociedad A. C.



Medio Ambiente y Sociedad A. C.



Medio Ambiente y Sociedad A. C.



Medio Ambiente y Sociedad A. C.



Medio Ambiente y Sociedad A. C.



Medio Ambiente y Sociedad A. C.

S.C.C Ecoverde S. C de C. de R L.



Giada Trading



Recuperadora SÚCHIL Durango



Recuperadora Los Pinos



Recicladora Salgado



Recicladora de metales MIN



Recuperadora Hermanos Salas



Chuyanos Brothers



Metales el Güero



Mario Alcalá



Recicladora Fuentes



Metales Marros



Recicladora Manríquez



Jesús Ramírez Rodríguez



Juan Sánchez de Santiago



Anexo 62. Fotografías de organizaciones no gubernamentales y otras Organizaciones de la sociedad civil que participan en el acopio de residuos reciclables.



Noroeste Sustentable (NOS)



Noroeste Sustentable (NOS)



Noroeste Sustentable (NOS)



Ecology Project International (EPI)



Ecology Project International (EPI)



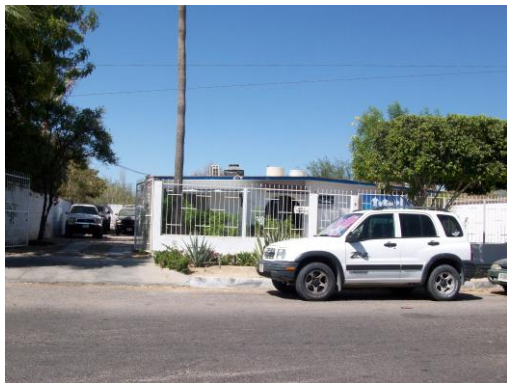
Ecology Project International (EPI)



ConCiencia México A. C



ConCiencia México A. C



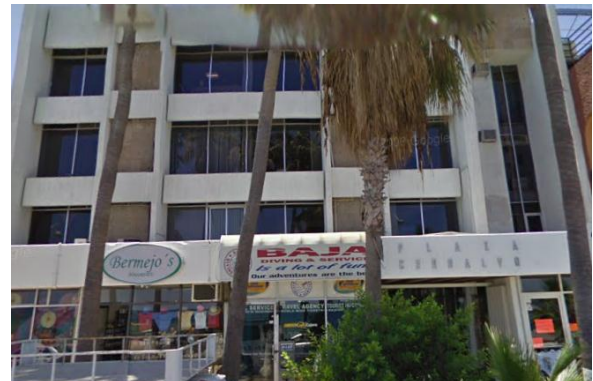
Grupo Tortuguero de las Californias



Grupo Tortuguero de las Californias



Guardianes del Agua



World Wildlife Fund (WWF)

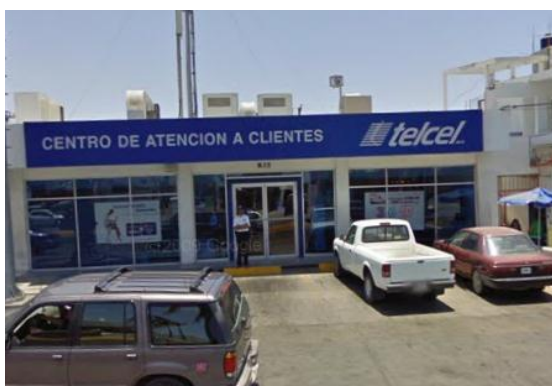
Anexo 63. Fotografías de comercios y establecimientos que participan en el acopio de residuos reciclables o peligrosos en la Ciudad de La Paz.



Tienda SAM's. Promueve la separación de cartón, papel, plástico y vidrio.



RadioShack. Recibe pilas alcalinas, pilas de botón y otros acumuladores eléctricos.



Distribuidor autorizado TELCEL.
Reciben cargadores de celular y otros dispositivos móviles.

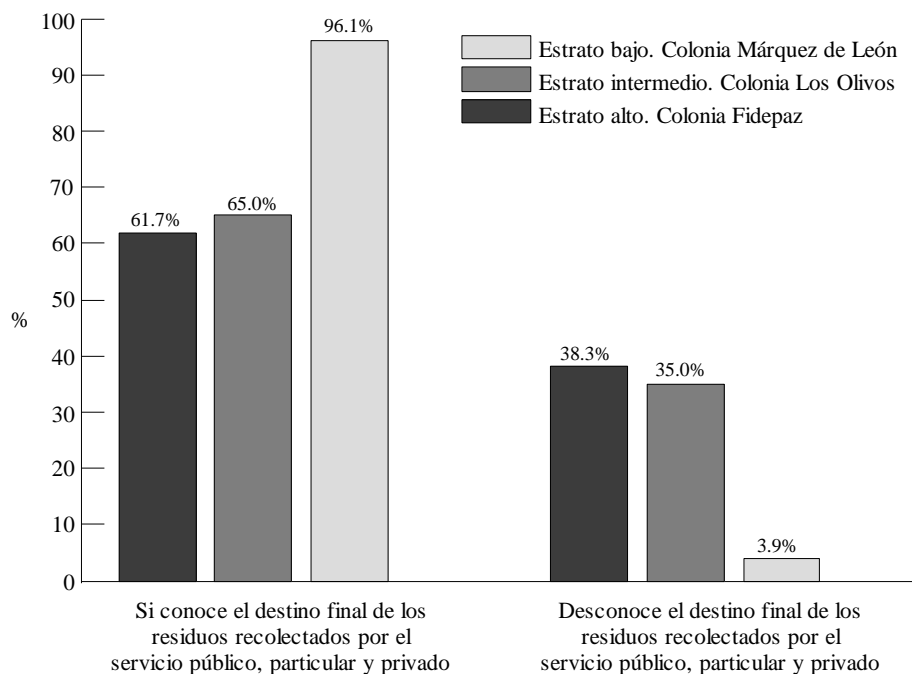


STEREN. Recibe pilas alcalinas, pilas de botón y otros acumuladores eléctricos.

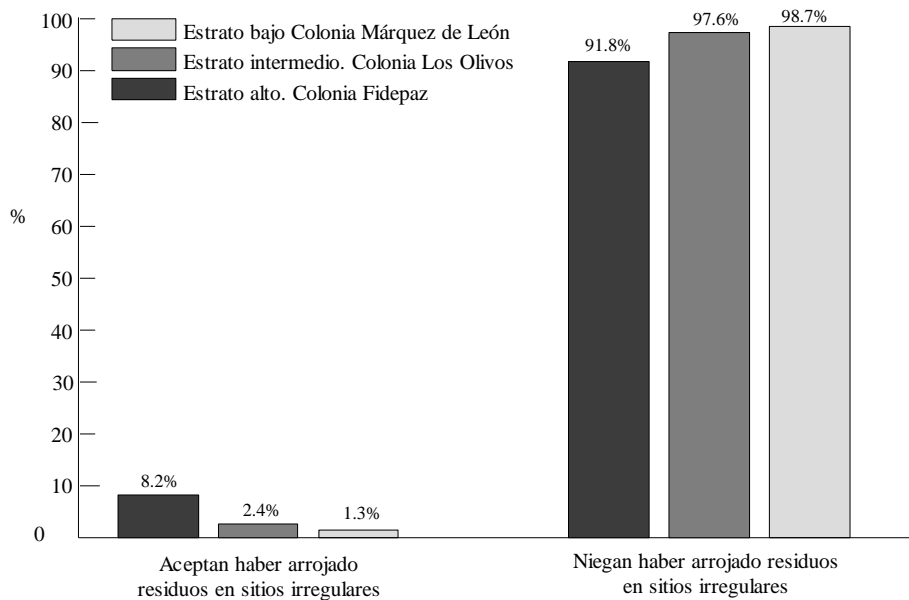


TINTAMAX. Compran y regargan toners, cartuchos inkjet.

Anexo 64. Conocimiento sobre destino final que reciben los residuos sólidos domésticos recolectados y transportados por el servicio público.



Anexo 65. Reconocimiento de los generadores por la disposición final de residuos en sitios irregulares.



Anexo 66. Formato de entrevista a pepenadores que trabajan en el relleno sanitario de la ciudad de La Paz.



FORMATO DE ENTREVISTA A PEPENADORES EN RELLENO SANITARIO

- 1 Sexo: F M
2. Edad: _____ años
3. Último grado escolar: _____ 4. Sabe leer y escribir SI NO
5. Colonia de procedencia: _____ 6. Lugar de nacimiento: _____
7. La pepena es: Su única fuente de ingresos Un trabajo adicional _____ Oficio
8. Medio de transporte utilizado para llegar al relleno sanitario: _____ \$ _____
9. Medio de transporte utilizado para vender los residuos recuperados: _____
10. Frecuencia con la que acude al relleno sanitario: _____ (días a la semana)
11. Horario en el que acude al relleno sanitario: _____ Tiempo que le dedica a la pepena: _____
12. Antigüedad en el relleno sanitario: _____ Le cobran/cobrado por realizar esta actividad _____
13. Tipo de materiales que recupera: Quién _____ Frecuencia _____
- Cartón Papel Plástico Vidrio Metales Textiles Materia Orgánica
- En orden de importancia, mencione los residuos que busca con mayor atención en el relleno sanitario.
14. Nombre los principales centros de acopio donde vende los residuos que recupera
- 1 _____
- 2 _____
- 3 _____
- 4 _____
- 5 _____
15. Ingresos promedio por separación y venta de materiales recuperados en el relleno:
- Diario: _____ Semanal: _____ Mensual: _____
16. Número aproximado de pepenadores que conozca trabajan en el relleno sanitario: _____
17. Ha sido contratado alguna vez para llevar a cabo este trabajo a cambio de un salario: SI NO
- Por quién? _____ Cuánto paga? _____
18. Pertenece a algún sindicato o asociación de pepenadores? SI NO A CUÁL? _____
19. Le han proporcionado equipo de protección personal (guantes, tapabocas, gorra) para ejercer sus actividades por parte del personal del relleno sanitario: SI NO
20. Está afiliado a algún sistema de salud SI NO → Seguro Popular IMSS ISSSTE OTRO

Anexo 67. Formato, categorías y características particulares empleadas para la identificación, ubicación y caracterización de tiraderos irregulares ubicados en la Ciudad de La Paz, B. C. S.

ID	Geo localización	Dirección	Dimensiones			Categoría/s
	_____N _____O		Largo: _____m	Ancho: _____m	Alto: _____m	
1	Características particulares, comentarios					

Características particulares	
1	Cercanía a cauces de arroyos
2	Cercanía a la línea de costa
3	Cercanía a viviendas particulares
4	Cercanía a escuelas
5	Cercanía a comercios e industria
6	Cercanía a carreteras y caminos
7	Terreno sin cerca
8	Terreno cercado
9	Acceso vehicular restringido
10	Acceso vehicular libre
11	Presencia de fauna nociva (cerdos vacas, perros, aves, insectos, otros)
12	Indicio de incendios recientes
13	Indicio de incendios antiguos
14	Propiedad privada
15	Propiedad social
16	Señalización (prohibición y/o sanción) por disposición de residuos en la zona
17	Vigilancia
18	Presencia de pepenadores

CATEGORÍAS		RESIDUOS
1	Residuos de construcción y demolición	1.1 Hormigón
		1.2 Ladrillos
		1.3 Azulejos
		1.4 Metales (llaves, tuberías, varillas)
		1.5 Artículos de fontanería de PVC, plástico
		1.6 Vidrio (ventanales, blocks)
		1.7 Artículos porcelanizados (lavamanos, inodoros)
		1.8 Tinas de baño
2	Plásticos	2.1 Plásticos industriales
		2.2 Neumáticos
		2.3 Sillas de plástico rígido
		2.4 Jabas de plástico (sodas)
3	Poda y siega	3.1 Ramas de árboles y arbustos, cesped
		4.1 Materia orgánica (cocina, jardín, poda)
4	Residuos sólidos domésticos	4.2 Papel y cartón (cuadernos, cajas de alimentos)
		4.3 Diversos envases de plástico y bolsas de polietileno
		4.4 Envases y materiales de vidrio, porcelana (adornos)
		4.5 Residuos sanitarios (papel, toallas femeninas, pañales)
		4.6 Juguetes diversos (muñecos, peluches, casitas, triciclos, bicicletas, carritos)
		4.8 Metales (clavos, latas de conservas y otros productos enlatados, rejas, sartenes)
		4.9 Cosméticos, cepillos, artículos personales
5	Residuos peligrosos	4.10 Ropa, cobijas, trapos
		5.1 Residuos hospitalarios (jeringas, medicamentos, vendas, sondas, reactiv lab.clinicos)
		5.2 Envases de productos de limpieza (detergentes)
		5.3 Envases de lubricantes y aceites para vehículos
		5.4 Envases de insecticidas
		5.5 Envases de pinturas
		5.6 Envases de solventes (productos químicos de laboratorio)
5.7 Baterías de automóviles		
6	Residuos eléctricos, electrónicos, electrodomésticos, línea blanca y línea gris	6.1 Refrigeradores
		6.2 Lavadoras
		6.3 Estufas
		6.4 Microondas
		6.5 Licuadoras
		6.6 Planchas
		6.7 Tostadores
		6.8 Abanicos
		6.9 Boilers
		6.10 Aires acondicionados (de caja o mini-splits)
		6.11 Colchones
		6.12 Sillas y sillones
		6.13 Escritorios
		6.14 Televisores
		6.15 Videocaseteras y DVD
6.16 Grabadoras		
7	Residuos Agrícolas	6.17 Estereos
		6.18 Computadoras personales (laptops)
		6.19 Computadoras de escritorio (teclado, CPU, monitor, mouse, bocinas)
		6.20 Consolas de entretenimiento y videojuegos
		6.21 Cámaras fotográficas
		6.22 Teléfonos convencionales
		6.23 Teléfonos celulares, cargadores, audífonos
		7.1 Cantidades importantes de fruta en mal estado, restos de animales.
7.2 Agroquímicos, fertilizantes		
7.3 Plásticos para recubrimiento de suelo		
8	Residuos Comerciales	8.1 Envases de vidrio (botellas de bebidas refrescantes)
		8.2 Envases plásticos (botellas, jabs, film plástico, baldes de plástico rígido)
		8.2 Escaparates de expendios
		8.3 Hieleras, refrigeradores comerciales
		8.4 Materia orgánica proveniente de restaurantes
8.5 Papel y cartón (actividades administrativas)		

Anexo 68. Fotografías de las instalaciones del relleno sanitario



Vista exterior del acceso de entrada



Vista interior del acceso de entrada



Indicaciones para el pesaje de unidades



Unidad particular durante el pesaje



Unidad comercial durante el pesaje



Operador de la báscula



Indicaciones de acceso a las trincheras.



Vista a distancia del montículo de residuos.



Vaciado de residuos del camión compactador del servicio público.



Llegada de un camión de servicio privado de recolección de residuos.



Volteo de tierra y arena para cobertura de residuos.



Volteo de tierra y arena para cobertura de residuos.

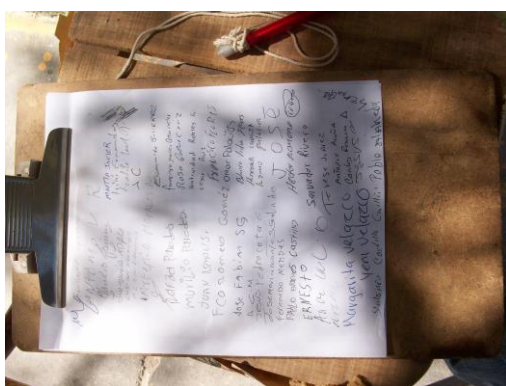


Cementerio de neumáticos.



Cementerio de neumáticos.

Anexo 69. Fotografías de las condiciones de trabajo de los pepenadores en las instalaciones del relleno sanitario



Hoja de registro diario de pepenadores que acceden a las instalaciones del relleno sanitario.



Pepenadores dirigiendo la llegada de un camión compactador.



Los pepenadores se acercan al camión compactador a rescatar residuos.



Residuos como el cartón y el papel son poco rescatados por los pepenadores.



Pepenadores congregados buscando residuos reciclables.



Equipos electrónicos son desarmados para extraer circuitos y metales.



Al llegar las unidades, generalmente los pepenadores se avalanchan sobre estas para recuperar los residuos reciclables.



Acumulación de plástico.



Recuperación de materia orgánica para la alimentación de ganado.



Pepenadora de origen estadounidense.



Presencia de animales domésticos en el sitio.



Salida de grandes volúmenes de residuos reciclables no contabilizados.



Unidades de transporte de los dueños de centros de acopio. Compran residuos como el cartón y plástico recuperados por pepenadores.



Unidades de transporte de los pepenadores. Llevan los residuos reciclables a centros de acopio para su venta.

Anexo 70. Fotografías de los tiraderos irregulares ubicados en la ciudad de La Paz



Carretera al Norte. Desviación al Aeropuerto Internacional de La Paz.



Carretera al Norte. Desviación al Aeropuerto Internacional de La Paz.



Carretera al Norte. Camino a San Juan de La Costa.



El Comitán. Cacto con base hecha de conchas.



Ejido el Centenario. Indicios de incendio reciente.



Ejido el Centenario. Residuos de construcción.



Ejido Chametla. Tiradero irregular a 50 m de carretera.



Ejido Chametla. Tiradero irregular a 50 m de carretera.



Camino antiguo de acceso a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales



Camino antiguo de acceso a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales.



Camino antiguo de acceso a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales



Camino antiguo de acceso a las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario. Indicios de incendio reciente.



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario.



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario. Árbol de navidad.



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario. Hojas de papel incendiándose en la orilla del camino.



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario. Residuos de construcción.



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario. Botellas de vidrio.



Tramo de acceso a las instalaciones del relleno sanitario. Sillón (residuo voluminoso).



Libramiento Santiago Ocegüera.



Libramiento Santiago Ocegüera.



Libramiento Santiago Ocegüera.



Carretera a Los Planes.



Libramiento Santiago Ocegüera.
Ganado muerto a orilla de carretera.



Callejón de acceso al ranchito. Paisaje común en zonas núcleo y extrarradios de la Ciudad de La Paz.



Callejón de acceso al ranchito.
Paisaje común con residuos en la Ciudad de La Paz.