

**PROPUESTA DE PROGRAMA PARA EL MANEJO
DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL
MUNICIPIO DE HUITZILAC, MORELOS**

T E S I S A

**PARA OBTENER EL GRADO DE
ESPECIALISTA EN GESTIÓN INTEGRAL
DE RESIDUOS**

P R E S E N T A:

ING. ANA ELIZABETH GARCÍA SALINAS

DIRECTORA

DRA. MA. LAURA ORTÍZ HERNÁNDEZ

Para sobrevivir en este mundo tendremos que ejercer nuestro derecho a pensar y nuestro derecho a saber [...] Pero también deberemos aprender a construir una nueva racionalidad social y productiva y un diálogo con lo otro. Debemos aprender no sólo de la ciencia, sino de los saberes de los otros; aprender a escuchar al otro; aprender a sostenernos en nuestros saberes incompletos, en la incertidumbre y en el riesgo; pero también en la pulsión de saber.

Enrique Leff

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación en Biotecnología, por ser la institución que me dio la oportunidad de llevar a cabo los estudios de especialidad.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado durante la realización esta investigación.

A la Dra. Ma. Laura Ortiz Hernández por aceptarme para realizar este trabajo bajo su dirección. Su apoyo, orientación y confianza fueron clave para el logro de los objetivos; gracias por compartir su experiencia y amplio conocimiento en el tema.

Al Comité Tutoral por sus valiosas sugerencias y comentarios que contribuyeron a mejorar este trabajo.

Al Sr. Francisco Puebla de los Santos y todas las personas que integran el sector informal en el municipio por el tiempo y la disponibilidad para responder a las entrevistas. Respeto profundamente la labor que realizan en el sitio de disposición final.

Al H. Ayuntamiento de Huitzilac, por las facilidades brindadas para realizar este trabajo de investigación.

A todas y cada una de las personas que participaron de manera directa o indirecta, ya que invirtieron su tiempo, trabajo y conocimientos para el logro de este proyecto.

RESUMEN

A lo largo del tiempo los diversos procesos productivos y el continuo crecimiento de los niveles de consumo de la población ha traído consigo la generación de una gran cantidad de residuos, lo cual crea un escenario totalmente opuesto a los ciclos naturales que permitirían absorber los impactos ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos. El municipio de Huitzilac está ubicado en la zona noroeste del estado de Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin, Área de Protección de Flora y Fauna que confiere al municipio una importancia significativa por los diversos servicios ambientales que provee. El objetivo de esta investigación fue realizar un diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos urbanos en el municipio a partir de los datos proporcionados por el servicio de limpia municipal, el sector informal y un estudio de campo en donde se analizaron las prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos en los hogares y la disposición de la población para participar en un futuro programa de recolección diferenciada. El diagnóstico realizado permitió identificar áreas de oportunidad y sentar las bases de una propuesta de programa que permitirá mejorar la eficiencia y calidad del servicio de limpia municipal, así como disminuir los impactos ambientales generados por la disposición final.

Palabras clave: residuos sólidos urbanos, manejo de residuos, sector informal

ABSTRACT

Over time, the diverse productive processes and the continuous growth of consumption levels of the population has brought with it a large amount of waste generation, which also creates a scenario completely opposite to natural cycles that would absorb the impacts caused by the improper management of waste. The municipality of Huitzilac is located in the northwest of the state of Morelos, in the Biological Corridor Chichinautzin, Protection of Flora and Fauna Area which confers to the municipality a significant importance for the diverse environmental services provides. The objective of this investigation was to make a diagnosis of the current municipal solid waste management from the data provided by the municipal clean service, the informal sector and a field study where the solid waste management practice in households and the willingness of the population to participate in a future waste sorting program were analyzed. The diagnosis carried out allowed identifying opportunity areas and lay the groundwork for a program that will allow improve the efficiency and quality of the municipal cleanup service as well as reduce the environmental impacts of the final disposal.

Keywords: municipal solid waste, waste management, informal sector

ÍNDICE

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
ÍNDICE.....	5
INTRODUCCIÓN	9
CAPÍTULO I.....	11
MARCO TEÓRICO	11
I.1 EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS RESIDUOS.....	11
I.2 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS	14
I.3 CONSIDERACIONES GENERALES SOBRE EL MANEJO DE RESIDUOS.....	18
I.2.1 <i>Clasificación de residuos</i>	18
I.3.2 <i>Manejo integral de residuos</i>	19
I.3.3 <i>Consideraciones ambientales de la inadecuada disposición de residuos</i>	24
I.4 GENERACIÓN DE RESIDUOS EN MÉXICO.....	26
I.5 MARCO POLÍTICO Y LEGAL EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN MÉXICO	29
I.5.1 <i>Marco político estatal</i>	35
CAPÍTULO II.....	38
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	38
CAPÍTULO III	40
OBJETIVOS.....	40
III.1 OBJETIVO GENERAL.....	40
III.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
CAPÍTULO IV	41
METODOLOGÍA.....	41
IV.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	42
IV.1.1 <i>Aspectos ambientales</i>	42
IV.1.2 <i>Aspectos socioeconómicos</i>	42
IV.2 MANEJO ACTUAL DE RSU	42
IV.2.1 <i>Servicio de Limpia Municipal</i>	42
IV.2.2 <i>Sector informal</i>	43
IV.2.3 <i>Hogares</i>	43
IV.4 PROPUESTA DE PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	45

IV.4.1 <i>Modificación de marco jurídico</i>	45
IV.4.2 <i>Separación y valorización de residuos sólidos urbanos</i>	45
IV.4.3 <i>Adecuación de rutas de recolección</i>	45
CAPÍTULO V	46
V.1 CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	46
V.1.1 <i>Ubicación geográfica</i>	46
V.1.2 <i>Aspectos ambientales</i>	46
V.1.3 <i>Aspectos socioeconómicos</i>	48
CAPÍTULO VI	52
RESULTADOS.....	52
VI.1. MANEJO ACTUAL DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	52
VI.1.1 <i>Servicio de Limpia Municipal</i>	52
VI.1.2 <i>Sector Informal</i>	64
VI.1.3 <i>Hogares</i>	71
CAPÍTULO VII.....	80
PROPUESTA DE PROGRAMA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.....	80
VII.1. MODIFICACIÓN DE MARCO JURÍDICO	80
VII.2 SEPARACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS	82
VII.2.1 <i>Planeación</i>	83
VII.2.3 <i>Implementación y operación</i>	90
VII.2.4 <i>Monitoreo y evaluación</i>	91
VII.3 ADECUACIÓN DE RUTAS DE RECOLECCIÓN.....	92
CAPÍTULO VIII	96
CONCLUSIONES	96
BIBLIOGRAFÍA.....	99
ANEXO A	103
GUÍA DE ENTREVISTA A SECTOR INFORMAL	103
ANEXO B.....	104
CUESTIONARIO PARA HOGARES.....	104

Índice de tablas

Tabla 1. Cantidad de materiales valorizables recolectados según tipo de material (INEGI, 2010)	28
Tabla 2. Distribución de encuestas aplicadas a hogares	44
Tabla 3. Zonas que presentan algún tipo de contaminación (PMDU, 2010)	48
Tabla 4. Distribución de población por Índice de Marginación	50
Tabla 5. Porcentaje promedio en peso de los subproductos generados por los diferentes estratos	57
Tabla 6. Información relacionada a la recolección	59
Tabla 7. Frecuencia de recolección	59
Tabla 8. Rutas de recolección	60
Tabla 9. Requerimientos de combustible	60
Tabla 10. Subproductos recuperados por el sector informal	65
Tabla 11. Ingresos mensuales obtenidos por pepena (grupo 1)	68
Tabla 12. Ingresos mensuales obtenidos por pepena (grupo 2)	68
Tabla 13. Ingresos mensuales obtenidos por pre-pepeneo	68
Tabla 14. Cuestionarios aplicados por localidad	71
Tabla 15. Separación primaria	85
Tabla 16. Entrega de residuos separados	86
Tabla 17. Indicadores de desempeño	92

Índice de figuras

Figura 1. Modelo de Gestión Integral de Residuos (ISSOWAMA, 2016)	15
Figura 2. Jerarquía en el manejo de residuos sólidos urbanos (SEMARNAT, 2001)	22
Figura 3. Generación de RSU, tipos de localidades donde se generan y producción per cápita 1997-2012 (SEMARNAT, 2013)	26
Figura 4. Composición de RSU 1992-2012 (SEMARNAT, 2013)	27
Figura 5. Distribución de competencias en materia de residuos (Elaboración propia de acuerdo a la LGPGIR)	31
Figura 6. Metodología	41
Figura 7. Elementos analizados de acuerdo al Anexo A de la "Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos"	43
Figura 8. Ubicación geográfica del municipio de Huitzilac (CEIEG, 2017)	46
Figura 9. Distribución de la población (CEIEG, 2017)	49
Figura 10. Grado de marginación (CEIEG, 2017)	51
Figura 11. Organigrama	55
Figura 12. Dirección de Servicios Municipales	56
Figura 13. Composición de residuos	57
Figura 14. Barrido de plaza pública	58
Figura 15. Programa de Empleo Temporal	58

Figura 16. Vehículos de recolección	59
Figura 17. Ubicación geográfica del sitio de disposición final (Google Eart,2018)	62
Figura 18. Sitio de disposición final	63
Figura 19. Recuperación de materiales en el sitio de disposición final	63
Figura 20. Pepenadores en el sitio de disposición final	64
Figura 21. Materiales recuperados	67
Figura 22. Materiales recuperados	67
Figura 23. Condiciones laborales del sector informal	70
Figura 24. Principales problemáticas ambientales identificadas por localidad	71
Figura 25. Barrido de calles por localidad	72
Figura 26. Separación de residuos en la fuente de generación	72
Figura 27. Separación (Tipo)	73
Figura 28. Uso alternativo de residuos antes de desecharlos	73
Figura 29. Hogares que realizan composta	73
Figura 30. Cobertura de recolección	74
Figura 31. Frecuencia de recolección	74
Figura 32. Quema de residuos	75
Figura 33. Prácticas de disposición final	75
Figura 34. Conocimiento de la ubicación del sitio de disposición final	76
Figura 35. Calificación de la actitud de los empleados del servicio de recolección	76
Figura 36. Calificación del servicio de limpia municipal	77
Figura 37. Disposición a realizar un pago mensual por la mejora del servicio del limpia municipal	77
Figura 38. Rango de pago mensual por la mejora del servicio de limpia municipal	78
Figura 39. Disposición a realizar separación de RSU	78
Figura 40. Interés por aprender sobre el uso alternativo de los RSU	79
Figura 41. Esquema actual y propuesta de manejo de RSU en el municipio	82
Figura 42. Proceso general para realizar las acciones de CEDS (Solano, 2009)	88
Figura 43. Macro-rutas Tres Marías (recolección dos veces por semana)	93
Figura 44. Macro-rutas Tres Marías (recolección una vez por semana)	94
Figura 45. Macro-rutas Huitzilac	94

INTRODUCCIÓN

La historia de las sociedades humanas es la historia de éstas y de sus relaciones con el medio; dichas relaciones han generado diversos problemas ambientales, en donde destaca el acelerado agotamiento de los recursos naturales, lo cual plantea un desafío para la sociedad y sus instituciones para lograr el equilibrio entre el crecimiento económico, la equidad social y la conservación de los recursos naturales.

A lo largo del tiempo los diversos procesos productivos y el continuo crecimiento de los niveles de consumo de la población ha traído consigo la generación de una gran cantidad de residuos, lo cual crea un escenario totalmente opuesto a los ciclos naturales que permitirían absorber los impactos ocasionados por el manejo inadecuado de los residuos. Esta situación aunada a la falta de sitios adecuados para la disposición final genera un escenario complejo en donde el manejo de residuos resulta indispensable para reducir los riesgos ambientales y sociales que actualmente representan un desafío para muchas ciudades del país.

El municipio de Huitzilac está ubicado en la zona noroeste del estado de Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin, Área de Protección de Flora y Fauna que confiere al municipio una importancia significativa por los diversos servicios ambientales que provee.

En el año 2008, de acuerdo a estudios realizados por Hidro Industrial Ingeniería Ambiental, en el municipio de Huitzilac, se generaban 12.26 toneladas diarias de residuos. Actualmente se estima una generación de 20 toneladas diarias que se disponen en el paraje denominado “El Tezontle”, el cual no cumple con especificaciones de un relleno sanitario, por lo que representa un riesgo ambiental que obliga a tomar medidas para reducir la disposición de residuos en este sitio. Bajo este contexto, la presente investigación tiene el objetivo realizar un diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos urbanos en el Municipio de Huitzilac a fin de sentar las bases de una propuesta de programa que permita mejorar la eficiencia y calidad del servicio de limpia municipal, así como disminuir los impactos ambientales generados por la disposición final.

El diagnóstico se basa en los datos proporcionados por el servicio de limpia municipal, en el análisis del sector informal y un estudio de campo que permitió analizar las prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos en los hogares y la disposición de la población para participar en un futuro programa de recolección diferenciada

Finalmente se identificaron algunas áreas de oportunidad a partir de las cuales se presenta de manera general una propuesta de programa para el manejo de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio, con énfasis en la adecuación del marco jurídico, la separación y valorización de residuos sólidos urbanos, así como la adecuación de rutas de recolección.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Las estructuras urbanas son el resultado de largos procesos históricos que han dejado su huella de manera diversa. Actualmente, el concepto de ciudad en sentido amplio va más allá de su núcleo y estructura física y administrativa. La elevada concentración de población de las zonas urbanas provoca problemas ambientales, uno de ellos, la acumulación progresiva de residuos (Boada & Toledo, 2003).

Las sociedades humanas son sistemas abiertos, obtienen de su medio ambiente energía y materiales y, tras procesarlos e incorporárselos en parte para mantener y modificar su organización interna, devuelven a su medio ambiente los residuos de todo tipo generados por dicho procesamiento (García, 2004). En este sentido los residuos pueden ser considerados como un indicador de la eficiencia en el uso de los materiales en una sociedad (McDougall, et al., 2002).

La dimensión ecológica de la sustentabilidad urbana sólo puede subsistir y evolucionar si consigue obtener energía y materiales útiles de su entorno y si encuentra en él sumideros para los residuos que produce. Es característico de las ciudades modernas el hecho de que su metabolismo ha tendido a volverse más grande (consumiendo más recursos y produciendo más desperdicios) y más lineal (más alejado de la característica circularidad de los ciclos materiales en la biosfera); un flujo metabólico mayor y más lineal implica más presión sobre el territorio (García, 2004).

Estas consecuencias, ambientales, sociales y económicas han obligado a buscar alternativas que reduzcan los volúmenes de generación de residuos y a considerar diferentes opciones de manejo en función del tipo de materiales, distancias, tecnologías disponibles y costos.

I.1 Evolución histórica de los residuos

La generación de residuos está ligada a la historia de la humanidad, alrededor de 10,000 años A.C. la humanidad abandono la vida nómada y comenzó a vivir en comunidades, dando como resultado la producción en masa de residuos sólidos (Worrell & Vesilind, 2012).

El origen de la agricultura y la ganadería en el neolítico produjo cambios fundamentales en la forma de vida ya que al producir sus propios alimentos se pasó de ser depredadores a productores; dio

origen al sedentarismo y con ello al aumento de la población. Los residuos generados comenzaron a depositarse en el entorno, aunque por su carácter orgánico biodegradable y por su escasa cantidad, no presentaba problemas y se integraba perfectamente en el ciclo de la naturaleza (Bermúdez, 2003).

En las sociedades primitivas, las pequeñas comunidades consiguieron enterrar los desechos sólidos en las afueras de sus asentamientos o disponer de ellos en los ríos cercanos o cuerpos de agua, pero a medida que las comunidades crecían en tamaño, se necesitaron formas más organizadas en el manejo de los residuos para evitar olores y enfermedades (Seadon, 2006).

En la edad media las calles de las ciudades estaban cubiertas de un barro maloliente compuesta de suelo, el agua estancada, los residuos domésticos y de los animales y excrementos humanos (Marshall & Farahbakhsh, 2013). Esto creó condiciones muy favorables para el desarrollo de enfermedades; de hecho, la Muerte Negra, que golpeó a Europa a principios de los años 1300, podría haber sido parcialmente causada por la basura y los desechos orgánicos en las calles (Worrell & Vesilind, 2012).

En el siglo XVII se comenzó a autorizar la recolección de los residuos por los agricultores para utilizar la fracción orgánica como fertilizante para sus cultivos y como alimento para la ganadería (Hontoria & Zamorano, 2000).

La Revolución Industrial del siglo XIX fue la que dio lugar a la gran explosión en la aparición de residuos. La gestión de los mismos era todavía insuficiente, por lo que se producían graves problemas sanitarios, sobre todo en las fuentes de abastecimiento de agua, el agua residual y la acumulación de basura (Hontoria & Zamorano, 2000) y no fue sino, hasta entonces, cuando las medidas de control de salud pública llegaron a ser consideradas importantes. De hecho, a finales del siglo XIX en Inglaterra se aprobó un Acta de Sanidad urbana en 1888, prohibiendo arrojar residuos sólidos en canales, ríos y aguas (Tchobanoglous, et al., 1982).

La Revolución Industrial trajo consigo la rápida expansión de ciudades tanto europeas como americanas. Una nueva era en materia de saneamiento comenzó a tomar forma entre 1790 y 1850; en Londres el alto contenido de ceniza de los residuos domésticos causada por la calefacción y la cocción con carbón creó un mercado para la reutilización de residuos ya que se utilizaban como materia prima para satisfacer la demanda excesiva de ladrillos (Wilson, 2007).

En las ciudades de América, la densidad de población y la dependencia de bienes importados aumentaron drásticamente, así como la necesidad de exportar los productos de desecho más allá de

los límites inmediatos de la ciudad, sin embargo, se seguían presentando preocupaciones por la salud pública. Por lo tanto, el interés gubernamental en materia de salud pública condujo mejoras en la gestión de residuos sólidos en ciudades de Estados Unidos, a través de la legislación y la inversión en infraestructura (Marshall & Farahbakhsh, 2013).

En Estados Unidos, uno de los primeros antecedentes en el manejo de los residuos tuvo lugar a principios de siglo XX, cuando la ciudad de Nueva York construyó un dique de madera alrededor de la Isla Rikers en el río Este y llenó el área detrás de los pantanos con cenizas, desechos y barrido de calles. Los desechos fueron transferidos de vagones a lanchas en la ciudad de Nueva York, remolcados a la isla, descargados mediante dragas a un transportador o a carros sobre rieles, y distribuidos. Ciertamente, fue necesaria alguna clase de plan de manejo para realizar esta gran operación. (Tchobanoglous, et al, 1982).

Por otro lado, hasta la primera mitad de los años setenta, el factor más importante en los países desarrollados era la protección de la salud pública, por lo que, el manejo de residuos se limitaba a su recolección y disposición (Wilson, 2007). En este sentido, en 1959 la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles publicó la primera guía para rellenos sanitarios, que incluía la compactación de los residuos y la colocación de una cubierta diaria para reducir olores y la proliferación de vectores (Worrell & Vesilind, 2012).

La legislación sanitaria continuó impulsando hacia adelante la gestión de residuos durante el siglo siguiente. La prioridad era recolectar y eliminar residuos municipales procedentes de las inmediaciones de zonas residenciales (Wilson, 2007); posteriormente las actividades de manejo se desplazaron a otros aspectos de la cadena de gestión de residuos (Seadon, 2006). Sin embargo, desde 1900 hasta 1970, la eliminación fue en su mayor parte no regulada, no controlada y caracterizada por vertederos y quema de desechos (Wilson, 2007).

Fue en esta década de los setenta que también comenzaron a surgir movimientos ambientalistas, en donde se dio paso a la protección ambiental, el manejo controlado de residuos y el diseño de normatividad. En 1972 en la Conferencia de Estocolmo se asume la responsabilidad de los riesgos ambientales globales por parte de los gobiernos y la sociedad, y se plantea su solución a partir de una estrategia de educación ambiental, fundada en educar para comprender el mundo. Ello supone, por una parte, un proceso de adaptación al ambiente natural y social en el cual el hombre vive y por otra parte un aprendizaje para la superación de las deficiencias de ambos (Boada & Toledo, 2003).

En 1987 la Comisión Mundial sobre Ambiente y Desarrollo presentó el Informe Brundtland, titulado *Nuestro Futuro Común*, que constituye el escenario conceptual de la expresión de “desarrollo sostenible”, sin embargo, fue en 1992 con la Cumbre de Río que puede hablarse de un antes y un después ya que esta cumbre constituyó un hito en la toma de conciencia pública de la problemática ambiental (Boada & Toledo, 2003). Particularmente en esta última conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, se estableció dentro de la Agenda 21 la necesidad de contemplar la minimización en la generación de residuos y su reciclaje, como estrategia clave para reducir el problema y encauzar el aprovechamiento racional de los residuos, su recolección, tratamiento y disposición ambientalmente segura.

I.2 Gestión Integral de Residuos

La evolución en las políticas ambientales llevó también a la aplicación de herramientas en la planeación de los sistemas de manejo de residuos y la toma de decisiones. Antes de los años setenta surgieron los primeros modelos de optimización que abordaban aspectos específicos del manejo de residuos; los modelos en los años ochenta ya consideraban la interrelación de los factores en el manejo de residuos sólidos con un enfoque de sistema y el objetivo de minimizar costos del manejo de residuos mezclados (modelos de costo-beneficio). Algunos modelos incluyeron aspectos de equidad social y el cambio de actitud ante el incipiente reciclaje; básicamente se enfocaban en los residuos ya generados y no incluían aspectos de minimización o de prevención (Morales, 2016).

Durante los 90's se desarrollaron los modelos de compromiso; incluyendo el reciclaje en la planeación del manejo de residuos. Se observó un cambio en la política de planeación respecto a la disposición final en rellenos sanitarios; en la aplicación de técnicas de manejo basadas en el principio de manejo integral de residuos sólidos y el concepto de sustentabilidad, fue entonces que se desarrollaron los modelos de ciclo de vida y multicriterio (Morales, 2016).

Este proceso derivó en la figura de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS, en inglés ISWM-Integrated Solid Waste Management). Este modelo fue creado a mediados de los 80' por profesionales en ambiente y desarrollo urbano de WASTE y los socios u organizaciones que trabajan en este tema en países en desarrollo (Abarca, et al., 2013).

La GIRS reconoce la importancia de tres dimensiones al analizar, desarrollar o cambiar un sistema de gestión de residuos. En la Figura 1 se pueden observar las tres dimensiones: los actores sociales involucrados que tienen un interés en el manejo de los residuos; los elementos o las etapas del

movimiento o flujo de materiales desde los puntos de generación hasta el tratamiento y la disposición final y los aspectos a través de los cuales se analiza el sistema (ISSOWAMA, 2016).

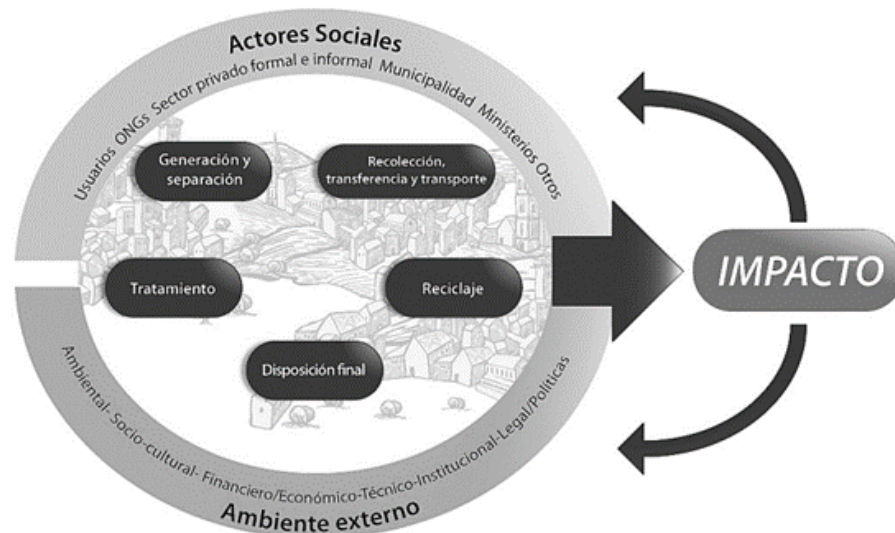


Figura 1. Modelo de Gestión Integral de Residuos (ISSOWAMA, 2016)

La gestión de los residuos no debe entenderse únicamente como la recolección y disposición, sino como un proceso más complejo por el que se logra una disminución de los residuos. Este proceso por lo tanto comprende factores técnicos, ambientales, financieros, socio-culturales, institucionales y legales (Abarca, et al., 2013) así como la combinación óptima de los métodos disponibles en términos de prevención, reducción, recuperación y disposición. En este sentido un sistema de gestión de residuos sólidos deberá ser ambientalmente efectivo, económicamente viable y socialmente aceptable (McDougall, et al., 2002).

De acuerdo a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) (2015) el manejo integral de los residuos sólidos se refiere a las actividades de reducción, separación, aprovechamiento, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos. La Gestión Integral de Residuos en contraste, considera el manejo integral de residuos dentro de un conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y 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.

Por lo tanto, el concepto de Gestión Integral de Residuos Sólidos no sólo se limita al manejo, sino que debe contemplar los contextos sociales, económicos y ambientales, así como generar instrumentos políticos que permitan generar vínculos entre los actores que integran de las diferentes etapas que van desde la generación hasta la disposición final de los residuos.

Ha sido ampliamente reconocido que los sistemas de gestión de residuos que ignoran el componente social están destinados a fallar; es decir, un sistema de gestión de residuos efectivo tiene que ser ampliamente aceptado por las autoridades locales y la esfera pública e ir más allá de los métodos de consulta tradicionales que requieren de un experto para plantear una solución antes de la participación pública (Henry, et al., 2006).

Abarca y colaboradores (2013) analizaron en 30 áreas urbanas en 22 países en desarrollo de tres continentes, las acciones y el comportamiento de los actores sociales que juegan un papel en el proceso de manejo de residuos, así como los factores que influyen en su manejo. Los resultados indican que el análisis de actores y el intercambio de comunicación entre los interesados es de alta importancia para obtener un sistema de gestión de residuos eficiente y efectivo ya que a menudo esta es vista como una responsabilidad solo de las autoridades locales. Por otra parte, el estudio demuestra que un sistema efectivo no sólo se basa en soluciones tecnológicas sino también ambientales, socioculturales, legales, institucionales y en vínculos económicos.

En países industrializados, la salud pública, el ambiente, la escasez de recursos, el cambio climático y participación ciudadana han actuado como factores importantes en el actual paradigma del manejo de residuos. Sin embargo, la urbanización, la desigualdad, el crecimiento económico, los aspectos culturales y socioeconómicos, la política, la gobernanza y los problemas institucionales han influenciado y dificultado el manejo de residuos en países en vías de desarrollo (Marshall & Farahbakhsh, 2013).

De acuerdo a Marshall & Farahbakhsh (2013), quienes han profundizado en las causas de la incapacidad de los gobiernos locales para el manejo de los residuos, se requiere atender las necesidades de los ciudadanos, priorizar los recursos de los municipios de una manera justa y una buena gobernanza con la participación y colaboración de todos los actores involucrados, ya que, aunque existe el marco regulatorio y legal, los gobiernos locales con pobres estructuras gubernamentales son fácilmente vulnerables a la creciente demanda de servicios y se ven rebasados en su capacidad.

Por su parte Wilson (2007) a través del concepto de “factores promotores (o controladores)” categoriza en seis aspectos el panorama político en el que se problematizan los residuos tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo: la salud pública, la protección ambiental, el valor como recurso de los residuos (lo que históricamente ha permitido a algunas personas hacer el aprovechamiento de residuos una forma de vida), el cambio de enfoque en el manejo (transitar de un manejo de los residuos a una gestión integral de los residuos), la conciencia pública y las cuestiones institucionales y de responsabilidad, lo cual es visto como una importante debilidad en los países en vías de desarrollo.

En los países en vías de desarrollo como México, el problema de manejo se incrementa debido a factores tales como el crecimiento poblacional o bien al enfoque existente en el manejo de residuos que en la mayoría de los casos se limita a la recolección, transporte y disposición final de los residuos.

Aunado a estos existe una falta de estrategias para la gestión sustentable de residuos y existe una escasa participación social en los procesos de gestión, particularmente en lo que se refiere a minimizar la producción y separar los residuos (Bernache, 2015).

A pesar del desarrollo tecnológico existente en el ámbito internacional para la gestión de los residuos, los sistemas de aseo público en México no cuentan con la información suficiente sobre la composición, características, cantidades, fuentes y variables socioeconómicas que determinan la generación de residuos (Buenrostro, 2006).

En el caso particular de México, la primera limitante a la que se enfrentan los municipios para modernizar la gestión de los residuos, es que la mayor parte de éstos carecen de una dependencia que planifique y coordine este rubro. Por lo general, en los municipios pequeños, el servicio de limpia está a cargo de la Oficialía Mayor de los ayuntamientos, que además de operar el sistema de aseo público tienen a su cargo otras responsabilidades como el mantenimiento de áreas verdes, panteones, etc. Esto repercute en la calidad de los servicios que se prestan y origina un conflicto en la aplicación de los recursos económicos, ya que no se tiene presupuestada una partida específica para la operación de los sistemas de aseo municipales, lo cual determina que no se integren acciones para el manejo y la disposición final adecuada de los residuos (Buenrostro, 2006).

Cortinas Nava (2003) destaca dos factores en particular por sus efectos perversos en el manejo de los residuos sólidos urbanos: 1) el cambio continuo de las políticas públicas en la materia al cambiar las administraciones municipales y la movilidad frecuente del personal que trabaja en los servicios

urbanos de limpia y 2) la falta de políticas financieras y sistemas tarifarios, junto con la débil capacidad para cobrar adecuadamente los servicios de limpia y aseo urbano, a fin de recuperar los costos de inversión, de su operación y su mantenimiento.

Algunos otros factores están asociados al personal dedicado a las áreas de manejo de residuos ya que no siempre cuentan con la capacitación y experiencia (Bernache, 2015) lo cual repercute en la falta de coordinación con otras dependencias relacionadas con la problemática de los residuos, como son las secretarías de salud y de medio ambiente. Además, la escasa capacitación técnica también se refleja en la elaboración de reglamentos de limpia demasiado ambiciosos, pero sin la consecuente creación de mecanismos para la vigilancia y control, por lo que la aplicación y operatividad de la normatividad quedan sólo en el papel (Buenrostro, 2006).

I.3 Consideraciones generales sobre el manejo de residuos

I.2.1 Clasificación de residuos

Tradicionalmente el término de “residuo” ha asumido una connotación negativa, pero es un concepto subjetivo, una etiqueta aplicada a algo no deseado por la persona que lo desecha. En el contexto de Gestión Integral de Residuos Sólidos, “residuo” lleva una connotación negativa solo si este es considerado como un recurso que ha sido utilizado en todo su potencial y que no puede subsecuentemente ser utilizado para producir energía útil o bienes (Dijkema, et al., 2000)

De acuerdo a la LGPGIR (2015) se entiende por residuo como: 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.

La LGPGIR establece una clasificación de residuos los cuales se agrupan en tres categorías: los residuos peligrosos, los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial.

- **Residuos peligrosos:** aquellos que poseen alguna característica de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio.

- **Residuos de manejo especial:** generados en procesos productivos, no reúnen las características para ser considerados peligrosos o residuos sólidos urbanos, o son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos.
- **Residuos sólidos urbanos:** generados en las casas habitación. Resultan de la eliminación de los materiales utilizados en las actividades domésticas, de los productos consumidos y de envases, embalajes o empaques; residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública (residuos con características domiciliarias), y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no se consideren de otra índole.

I.3.2 Manejo integral de residuos

El manejo integral de residuos de acuerdo a la LGPGIR se define como “las actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, coprocesamiento, tratamiento biológico, químico, físico o térmico, acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, ya sea se realicen de manera individual o combinadas de manera apropiada, es decir, ajustada a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social”.

En este sentido, el manejo integral de residuos provee los elementos que permiten una gestión integral dentro de un marco con posibilidades de ajustarse a las realidades locales y que a través de la aceptación y participación social resulta en beneficios ambientales y económicos.

Los elementos que conforman el manejo integral se describen a continuación (SEMARNAT-GTZ, 2006):

1. **Prevención y disminución de la generación:** implica el desarrollo de medidas que le impidan producirse completa o parcialmente desde la fuente.
2. **Barrido de calles y espacios públicos:** el barrido puede efectuarse a través de dos modalidades. En el primer caso se emplea la mano de obra de barrenderos, utilizando herramientas sencillas (escobas, recogedores, botes, etc.) y se coordina con las rutas de recolección, de la manera tal que los residuos permanezcan el menor tiempo posibles en las calles, y la prestación del servicio puede ser individual o por brigada. Para el barrido

mecánico se emplea maquinaria (barredoras de diferentes tipos), pudiéndose combinar ambos métodos.

3. **Almacenamiento:** El almacenamiento temporal de los RSU en la fuente de generación tiene la función de mantenerlos temporalmente de manera tal que no ocasionen riesgos a la salud pública o al ambiente, hasta que son utilizados o entregados al sistema de recolección.
4. **Recolección:** Los sistemas de recolección tienen la función de recorrer las áreas donde están ubicadas las fuentes de generación, recolectar los RSU y transportarlos a los sistemas de transferencia, de tratamiento o de disposición final. Esta es una de las acciones relacionadas con la disminución de riesgos a la salud más importante que se realiza en los servicios de aseo urbano ya que minimiza el tiempo que los RSU permanecen en la fuente de generación. Dependiendo de las medidas generales de manejo se puede hacer una recolección de residuos mezclados o separados conforme al tipo de tratamiento posterior:

-Recolección mezclada: la recolección mezclada es más común, ya que requiere pocos cambios en los hábitos de los generadores que no precisan separarlos en la fuente. Por otro lado, este tipo de recolección anima a los trabajadores en los camiones hacer una pre-pepena para tener un ingreso adicional por la venta de material reciclable. Con eso, el proceso de la separación en el camión reduce significativamente la velocidad y eficiencia de este servicio.

-Recolección selectiva: la recolección selectiva de residuos sólidos implica que las fracciones sean separadas en la fuente y posteriormente recolectadas también en forma separada. Esta separación reduce bastante la mezcla y contaminación de materiales, lo que en consecuencia aumenta su calidad y valor, permitiendo ampliar el mercado para la venta de los materiales reciclables y de composta.

Entre los métodos más comunes para la recolección de los residuos sólidos urbanos se tienen (SEMARNAT, 2001):

-Parada fija: consiste en recoger los residuos en las esquinas de las calles, los usuarios acuden a entregar sus residuos.

- Acera: consiste en que simultáneamente al recogido del camión por su ruta, los trabajadores de la cuadrilla van recogiendo los residuos, previamente colocados por los residentes en el frente de sus casas.

- Contenedores: consiste en instalar depósitos para que los usuarios viertan sus residuos que posteriormente serán recogidos.

Los equipos más utilizados son los camiones compactadores con capacidad de 0 a 15 m³, con los cuales se recolectan de 6 a 8 toneladas por viaje. En el caso de contenedores, éstos varían de 0.5 hasta 18 m³ cuando no tienen compactación y hasta 30 m³ los de compactación.

5. **Transferencia y transporte:** existen dos modalidades de transporte, una es cuando el mismo vehículo recolector realiza el viaje hasta el sitio de tratamiento o disposición final y otra cuando los RSU son transportados hasta los sitios de transferencia, para su posterior traslado a los sitios de tratamiento o disposición final. Los sistemas de transferencia tienen la finalidad de minimizar los tiempos de transporte de las unidades de recolección y con ello disminuir costos de operación. Por otra parte, las estaciones de transferencia son instalaciones en la que los vehículos de poca capacidad, menores de 30 m³ depositan o transbordan los RSU recolectados a unidades de gran capacidad.
6. **Tratamiento:** En su mayoría el tratamiento está orientado al reciclaje de los subproductos contenidos en los RSU, cuyo objetivo persigue recuperar materias primas para la industria recicladora, prolongar la vida útil de los sitios de disposición final, con los ahorros inherentes en la operación de los mismos, la creación de fuentes de empleo, mejoramiento de la calidad de vida de los pepenadores y la preservación del medio ambiente.
7. **Disposición final:** La disposición final constituye la última etapa del ciclo de vida de los RSU. La aplicación de todas las medidas de reuso y reciclaje permiten depositar los restos económicamente no reaprovechables. Para la disposición final adecuada de los RSU se utiliza en el mejor de los casos el relleno sanitario, éste, es una obra de ingeniería planeada, diseñada, ejecutada y operada para prevenir efectos adversos al ambiente y a la salud pública. Los diferentes métodos utilizados son: trinchera, de área y combinado, en esta forma los

RSU son depositados y compactados al menor volumen posible y se cubren con una capa de tierra al término de cada día de operación.

Por otra parte, el enfoque tradicional para el manejo de los residuos, ha influido significativamente en sus decisiones y estrategias a nivel local, estatal, nacional e internacional durante los últimos 25 años, y se le conoce como jerarquía del manejo de residuos sólidos, la cual establece prioridad en las opciones de manejo de residuos a través de un orden de preferencia que parte de la reducción en la fuente, reuso, reciclaje, tratamiento y disposición final (SEMARNAT, 2001). La jerarquía de residuos suele presentarse en forma esquemática (Figura 2) y se representa como una pirámide invertida, porque el propósito primordial de la política es principalmente tomar medidas para evitar que se generen residuos.

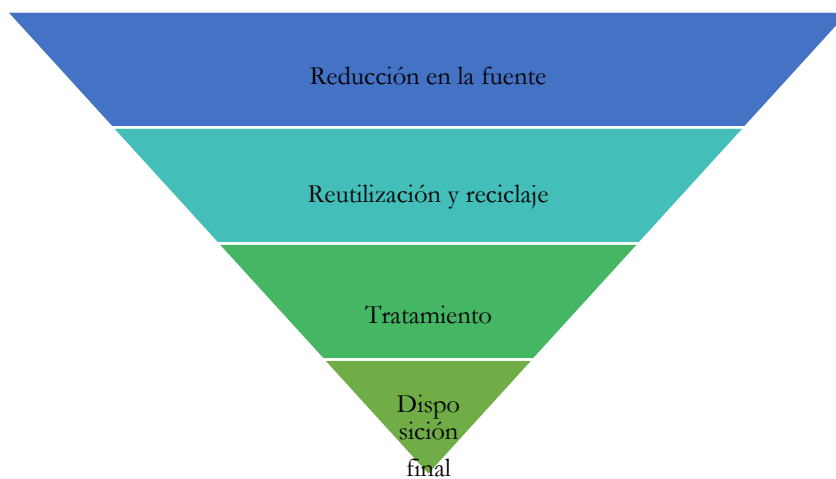


Figura 2. Jerarquía en el manejo de residuos sólidos urbanos (SEMARNAT, 2001)

A continuación, se describen cada uno de los elementos (SEMARNAT, 2001):

- 1. Reducción en la fuente:** La reducción en la fuente considera aspectos e iniciativas tanto cuantitativas y cualitativas para prevenir la generación de residuos, por lo que buscan reducir la cantidad de materiales desechados que requieren tratamiento. Más aún, el concepto de reducción ayuda a elevar la conciencia del público en el manejo de residuos sólidos, aunque dicha reducción debe ser evaluada cuidadosamente para asegurar que tenga bases científicas, ya que decisiones arbitrarias basadas en información sin fundamento pueden resultar en la disminución de una parte del flujo de residuos a costa de un mayor uso de recursos.

La minimización o reducción en la fuente, en realidad precede al manejo efectivo de los residuos y no es parte de él, ya que afectará el volumen generado y, hasta cierto punto, la naturaleza de los residuos, pero aun así habrá residuos que serán generados y requerirán de sistemas de manejo integral. Por lo tanto, además de la minimización o reducción en la fuente, es necesario un sistema efectivo para manejar estos residuos

- 2. Reciclaje:** Como parte de una estrategia de manejo integral de residuos sólidos el reciclaje de materiales puede ayudar a conservar recursos, evitar que materiales valorizables contenidos en los residuos vayan a disposición final y hacer participar al público en general en el tema. El reciclaje debe ser considerado como parte de una estrategia integral para manejar los residuos, no como un fin en sí mismo, y promoverse únicamente cuando ofrece beneficios ambientales globales.

Incrementar la demanda y, por lo tanto, el precio de materiales secundarios a través del desarrollo de nuevos usos de materiales reciclados, puede resultar en incrementos de tasas de reciclaje derivadas del mercado. Hasta que esto ocurra, la recuperación debe llevarse a cabo por otros medios que sean más viables económicamente, dentro de una estrategia de manejo integral de residuos sólidos, como pudiera ser la recuperación de energía. De esta manera, el mercado y una estrategia de manejo integral de residuos sólidos trabajarán juntos para alcanzar tasas de reciclaje económica y ambientalmente sustentables.

- 3. Tratamiento biológico:** El tratamiento biológico se enfoca en los residuos orgánicos “húmedos”, como los alimentos y los residuos de jardín. La fracción orgánica varía significativamente entre lugares y estaciones. En la mayoría de los países industrializados la fracción orgánica representa 20% de los residuos. En países en vías de desarrollo la materia orgánica llega a exceder 50% de éstos. El seleccionar los residuos orgánicos dentro de una estrategia integral tiene varios beneficios: convertir los residuos orgánicos en un producto útil (composta) o recuperar energía. Separar la fracción húmeda de los residuos sólidos incrementa el valor de los otros residuos y reduce la cantidad de gas o lixiviado generado en los rellenos sanitarios.

4. **Tratamiento térmico:** Puede definirse como la conversión de los residuos sólidos en productos de conversión gaseosos, líquidos o sólidos, con la simultánea o subsiguiente emisión de energía en forma de calor. La conversión térmica puede llevarse a cabo de varias maneras; incineración, pirólisis y gasificación. La incineración es un proceso exotérmico que involucra la descomposición de materia constituida a base de carbono, en gases y cenizas, en presencia de oxígeno. La pirólisis es un proceso endotérmico que involucra la descomposición/volatilización de materia orgánica en combustibles gaseosos o líquidos y un sólido carbonizado a altas temperaturas, en la ausencia de oxígeno. La gasificación es un proceso similar a la pirólisis en el que se adiciona oxígeno para producir combustibles gaseosos.

5. **Disposición final:** Es la última etapa del manejo y está íntimamente relacionada con la preservación del ambiente, así como la salud de la población por lo que se debe tratar y controlar mediante sistemas que minimicen los impactos negativos hacia el entorno. El relleno sanitario es el método empleado para correcta disposición de los RSU. La cantidad y componentes de residuos que llegan a un relleno sanitario dependerá de las técnicas de manejo de residuos que han sido aplicadas como parte de un sistema de manejo integral. Se puede agregar valor a los residuos que entran a un relleno sanitario a través de la recolección y su uso subsecuente del gas proveniente de la descomposición anaerobia de materia orgánica; por lo que se pueden instalar sistemas de extracción de gas para su recolección y posteriores usos, como la producción de electricidad o uso de gas natural como combustible.

I.3.3 Consideraciones ambientales de la inadecuada disposición de residuos

La inadecuada disposición de residuos y en general el mal manejo de los mismos trae como consecuencia diversos cambios que pueden desencadenar en efectos adversos para la salud y el ambiente.

Entre los distintos problemas de tipo sanitario que generan los residuos sólidos se pueden citar los efectos sobre el medio en sus distintos componentes ambientales como agua, aire, suelo, etc., que trae como consecuencia trastornos a la población y daños irreparables a los ecosistemas.

En primer lugar, el alto porcentaje de materia orgánica entre los residuos favorece la proliferación de roedores e insectos asociados a la propagación directa o indirecta de enfermedades y epidemias (Kiss & Encarnación, 2006) como el cólera, la disentería, leptospirosis y amebiasis, entre otras (SEMARNAT-INE, 2001)

La contaminación del aire está asociada frecuentemente a la generación de malos olores, así como a la producción de humos, gases y partículas en suspensión ya sea por incendios espontáneos o por incineración controlada.

En los sitios de disposición final no controlados, los incendios espontáneos se originan por la presencia de materia combustibles, o por explosiones debidas al metano producido en la fermentación anaerobia; por otra parte, la incineración de los residuos genera diferentes contaminantes tóxicos; tales como partículas sólidas, NO_x, SO₂, COV (CFC, PCBs, etc.) y contaminantes muy tóxicos; como metales pesados (Pb y Cd), gases clorados y fluorados, entre ellos lo más nocivos son las dioxinas y los furanos (Colomer, 2010).

Otros gases como el CH₄ y el CO₂ generados por el proceso de descomposición en los sitios de disposición final son unos de los principales responsables del efecto invernadero (SEMARNAT-INE, 2001). En los sitios de disposición final controlados y no controlados este gas pasa directamente a la atmósfera contribuyendo, 20 veces más que el CO₂, al efecto invernadero y siendo más persistente (unos 10 años) (Colomer, 2010).

Otro tipo de contaminación que se puede generar es la de tipo química, la cual aparece cuando se depositan conjuntamente los residuos urbanos y los peligrosos. Aunado a lo anterior, el sitio de disposición final está expuesto permanentemente a la precipitación pluvial, por lo que una cantidad considerable de agua de lluvia llega a infiltrarse a los residuos. Con la percolación del agua a través del relleno, éste disuelve diferentes componentes de los residuos y los productos de la descomposición aerobia y anaerobia, lo cual significa un riesgo, directo o indirecto a la salud pública dependiendo del contacto de la población con dichos factores (Kiss & Encarnación, 2006) ya que cuantos estos líquidos llegan al suelo o a una masa de agua originan contaminación que afecta a la flora y a la fauna presente en el agua (Colomer, 2010).

Además de los compuestos orgánicos, se pueden encontrar también diversos metales tóxicos como el Fe, Cd, Pb, Cu, Zn, Ag, Mn, Ni, Hg, Cr, etc., que pueden acumularse sobre los suelos al ser poco

móviles y poder retenerse por fenómenos de intercambio iónico, o bien pueden llegar a masas acuosas superficiales y subterráneas (Colomer, 2010).

Este alto poder contaminante obliga a buscar continuamente nuevas líneas de investigación, desarrollo y gestión que permitan evitar, disminuir o reparar los daños al entorno y a la salud pública.

I.4 Generación de residuos en México

En México en el año 2011, se generaban alrededor de 41 millones de toneladas, lo que equivale a cerca de 112.5 mil toneladas de RSU diariamente, sin embargo asociada a esta generación hay un incremento notable en los últimos años; tan solo entre 1997 y 2012 se observó un crecimiento del 43.8%, como resultado del crecimiento urbano, el desarrollo industrial, las modificaciones tecnológicas, el gasto de la población y el cambio en los patrones de consumo; por su parte, durante el mismo periodo la generación per cápita anual paso de 301 a 361 kilogramos (SEMARNAT, 2013), tal y como se observa en la Figura 3.

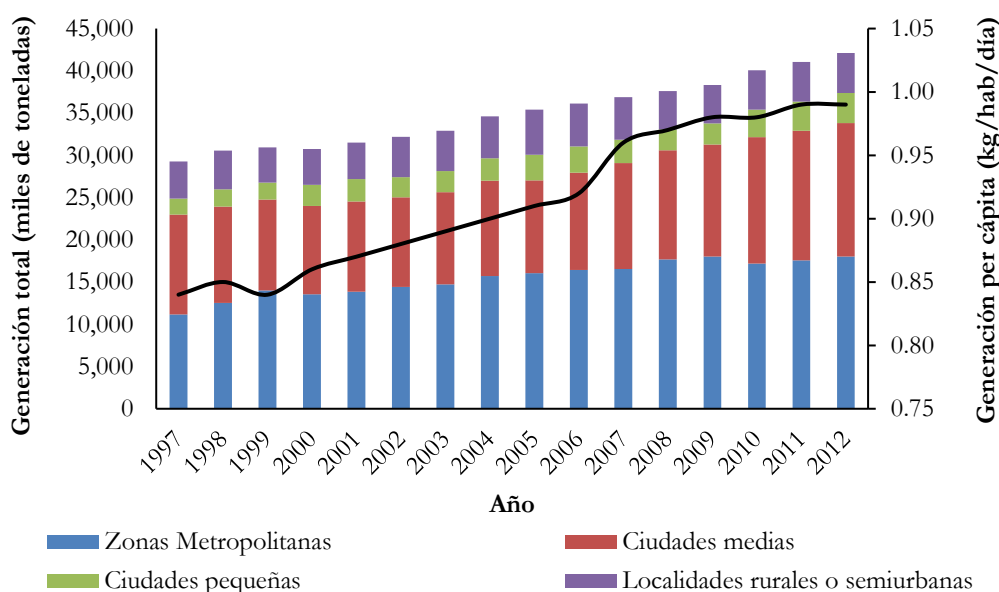


Figura 3. Generación de RSU, tipos de localidades donde se generan y producción per cápita 1997-2012 (SEMARNAT, 2013)

De acuerdo al tamaño de las localidades, en 2012 la generación de residuos en localidades rurales y semiurbanas (es decir, aquellas con una población menor a los 15 mil habitantes) representó 11.5% del volumen nacional, mientras que las zonas metropolitanas (con más de un millón de habitantes) contribuyeron con 42.8% de los residuos totales (SEMARNAT, 2013).

La generación, así como la composición de residuos depende entre otros factores, de los patrones de consumo de la población; en México en la década de los 50, el porcentaje de residuos orgánicos en los residuos totales oscilaba entre 65 y 70% de su volumen, sin embargo, como se observa en la Figura 4 para 2012 esta cifra se redujo a cerca del 52%, debido al mayor consumo de productos manufacturados (SEMARNAT, 2013).

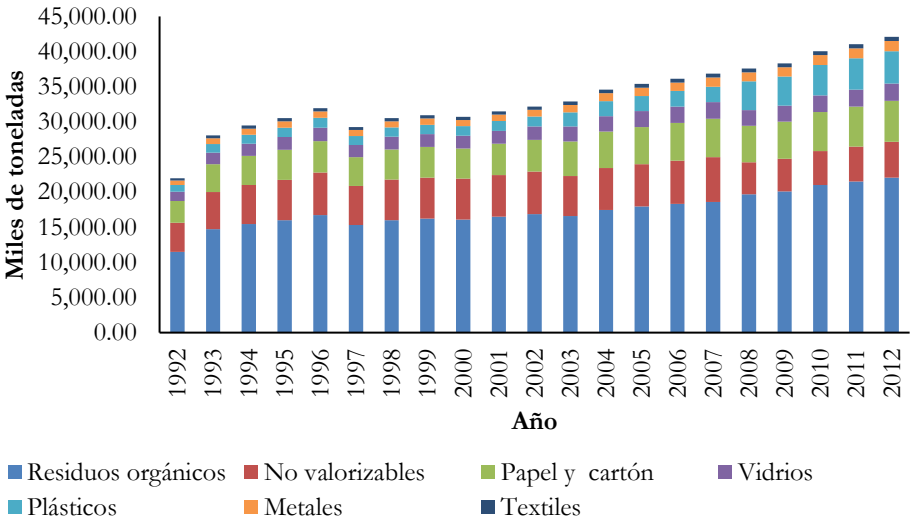


Figura 4. Composición de RSU 1992-2012 (SEMARNAT, 2013)

En 1998 se recolectaba cerca del 85% de los residuos generados en el país, cifra que en 2011 alcanzó 93%. Sin embargo, cuando se considera el tamaño de las localidades, la situación es distinta: en 2011, en las zonas metropolitanas del país, la cobertura en la recolección de los residuos alcanzó 90%, mientras que en las ciudades medias fue de 80%, en las pequeñas de 26% y en las localidades rurales o semiurbanas alcanzó 13% (SEMARNAT, 2013).

El Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011 (CNGMD), realizado por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) entre abril y octubre de 2011, reveló que 2,282 municipios (alrededor del 93% de los que tiene el país) contaban con servicio de recolección y disposición final de RSU, 148 enviaban por lo menos una fracción de sus residuos recolectados a una planta de tratamiento y 161 no contaban con ninguno de estos servicios.

Datos de la SEMARNAT (2013) estiman que en 2011 el 72% del volumen generado de RSU en el país se dispuso en rellenos sanitarios y sitios controlados, el 23% se depositó en sitios no controlados y el restante 5% se recicló, sin embargo, es importante mencionar que el número de rellenos sanitarios en el país ha crecido de manera significativa en los últimos años. Entre 1995 y

2011 su número se incrementó de 30 a 196, pasando la capacidad de almacenamiento total de 5.95 a 26.14 millones de toneladas. Del volumen total de RSU reciclados en 2011, el mayor porcentaje correspondió a papel, cartón y productos de papel (42.2%), seguido por vidrio (28.6%), metales (27.8%), plásticos (1.2%) y textiles (0.2%).

En el Estado de Morelos, las autoridades estatales estiman una generación de 1,939.95 ton/día de residuos sólidos urbanos y una generación per-cápita promedio de 1.10 kg/hab/día. La composición es: 51% orgánicos, 29% inorgánicos (13% plástico, 10% papel, 4% vidrio, 2% otros) y 20% otros (Estrategía de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Morelos, 2016).

En 23 municipios del Estado, se cuenta con servicios de recolección y disposición final, mientras que en 10 se realiza la recolección, disposición final y tratamiento¹. La disposición final de residuos en el Estado se realiza en 4 rellenos sanitarios y 14 tiraderos a cielo abierto; existen 7 estaciones de transferencia, 4 de ellas de almacenamiento temporal y 3 en las que se realiza almacenamiento temporal, separación, compactación y trituración (INEGI, 2010). Por otra parte, se ubican 4 centros de acopio en donde se valorizan algunos materiales, en la Tabla 1 se observan las cantidades recolectadas por tipo de material comparado con lo recuperado en los 241 centros de acopio a nivel nacional.

Tabla 1. Cantidad de materiales valorizables recolectados según tipo de material (INEGI, 2010)

Tipo de material	Promedio diario (kilogramos)	
	México	Morelos
Papel y cartón	70,912.00	150.00
PET	41,707.00	280.00
Aluminio	6,190.00	27.00
Cobre, bronce y plomo	2,493.00	10.00
Fierro, lámina y acero	15,909.00	60.00
Vidrio	24,415.00	170.00
Electrónicos y electrodomésticos	3,102.00	20.00
Plástico	13,665.00	45.00
Otros	4,711.00	40.00
Total	183,104.00	802.00

¹ Se refiere a los municipios que declararon enviar al menos una fracción de los residuos sólidos urbanos recolectados a una planta de tratamiento, donde reciben uno o más procesos para facilitar su valorización y reducción de volumen, entre otros.

I.5 Marco político y legal en materia de residuos sólidos urbanos en México

El instrumento normativo de mayor jerarquía en el país es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en donde la legislación ambiental descansa sobre cuatro artículos. El Artículo 27, bajo a idea de la conservación de los recursos naturales, el Artículo 73 en su fracción XVI que se refiere a la prevención y control de la contaminación ambiental, el Artículo 25 párrafo sexto donde se establece el postulado del cuidado del ambiente con motivo de la regulación del uso de los recursos productivos por los sectores social y privado; así como el Artículo 4 en donde se instituye el derecho de toda persona a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar

En este sentido México cuenta a nivel federal con un marco jurídico general para la prevención y gestión integral de los residuos, que se sustenta en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Este marco incluye a la Ley General para el Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), los reglamentos correspondientes, así como las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) que se aplican en todo el territorio.

Como antecedentes del actual marco regulatorio se puede hacer referencia a las primeras regulaciones sobre los residuos, las cuales aparecieron en los Códigos Sanitarios y estaban orientadas hacia la preservación de la calidad del agua y al saneamiento básico, siendo las autoridades de salud las encargadas de la prestación de los servicios de abastecimiento de agua, recolección de basura y de la aplicación de la regulación correspondiente (SEMARNAT, 2009).

La primera ley de carácter ambiental en México fue la Ley Federal para Prevenir y Controlar la Contaminación Ambiental publicada en 1971, cuya administración estaba a cargo de la Secretaría de Salubridad y Asistencia (Gutiérrez, 2006). El tema de residuos se incorpora a través de la prevención y control de la contaminación de los suelos, en donde se hace referencia a la basura doméstica y “residuos sólidos industriales que no sean susceptibles de sufrir descomposición orgánica como plástico, vidrio, aluminio y otros” (Gutiérrez F. , 2008).

El 11 de enero de 1982 se publica la Ley Federal de Protección al Ambiente (LFPA), sin embargo, como marco de referencia al actual régimen jurídico en materia de residuos, es hasta 1985 cuando se modifica el artículo 115 constitucional y se otorga la competencia a los municipios para la prestación de los servicios públicos, entre ellos el manejo de los residuos sólidos.

En 1987 se abroga la LFPA y se promulga la LGEEPA, misma que a partir de su entrada en vigor el 1° de marzo de 1988, distribuyó competencias en materia ambiental entre los tres niveles de gobierno; a pesar de que existía una orientación urbano industrial de los planteamientos ambientales, la introducción en la LGEEPA da atribuciones exclusivas del Gobierno Federal en materia de emisión de NOM aplicables al manejo de todo tipo de residuos.

Uno de los reglamentos que se derivaron de esta ley fue en materia de residuos peligrosos que junto con siete normas oficiales (hoy normas oficiales mexicanas) sientan las bases de las primeras disposiciones regulatorias de la generación y manejo de los residuos peligrosos, corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y biológico-infecciosos. En este caso se reservó para la Federación la regulación de las actividades relacionadas con residuos peligrosos y con ello estableció una distinción entre residuos peligrosos y no peligrosos, atribuyendo sobre estos últimos a las autoridades locales (SEMARNAT, 2009).

El 13 de diciembre de 1999, se promulgaron las reformas a la LGEEPA, en las cuales, en materia de residuos, se atribuyó a las entidades federativas la facultad de regular los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estuvieran considerados como peligrosos y a los municipios la de aplicar las disposiciones jurídicas relativas a dichas actividades respecto de los residuos sólidos e industriales que no estuvieran considerados como peligrosos (SEMARNAT, 2009).

El 8 de octubre del 2003 se publicó la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) la cual derogó las disposiciones de la LGEEPA en la materia y estableció tres tipos de residuos: peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos; y en donde de manera expresa se definen la distribución de competencias entre la Federación, entidades federativas y municipios. En la Figura 5 se muestra la distribución de algunas de las competencias en materia de residuos de acuerdo a lo establecido en la LGPGIR.

Conforme al Artículo 10 de la LGPGIR es competencia de los municipios la gestión integral de los residuos sólidos urbanos, lo que se complementa con el Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en donde se establece que corresponde a los municipios la responsabilidad de prestar el servicio de limpia con el concurso del Estado, lo cual sirve como marco de referencia para establecer los lineamientos generales de los Bandos de Policía y Buen Gobierno y de forma particular con los reglamentos de limpia municipal.

Federación

- Formular, conducir y evaluar la política nacional en materia de residuos así como elaborar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de Manejo Especial y el Programa Nacional de Remedación de Sitios Contaminados
- Expedir reglamentos, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas para regular el manejo integral de los residuos peligrosos
- Expedir las normas oficiales mexicanas relativas al desempeño ambiental que deberá prevalecer en el manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial
- **La regulación y control de los residuos peligrosos provenientes de pequeños generadores, grandes generadores** o de microgeneradores, cuando estos últimos no sean controlados por las entidades federativas
- Promover la creación de infraestructura para el manejo integral de los residuos con la participación de los inversionistas y representantes de los sectores sociales interesados
- Autorizar la importación, exportación o tránsito de residuos peligrosos por el territorio nacional
- Diseñar y promover ante las dependencias competentes el establecimiento y aplicación de incentivos económicos, fiscales, financieros y de mercado, que tengan por objeto favorecer la valorización, la gestión integral y sustentable de los residuos, la remediación de sitios contaminados con estos
- Determinar los indicadores que permitan evaluar la aplicación del presente ordenamiento, e integrar los resultados al Sistema de Información Ambiental y de Recursos Naturales
- Coadyuvar con las entidades federativas para la instrumentación de los programas para la prevención y gestión integral de los residuos, otorgando asistencia técnica

Entidades federativas

- Formular, conducir y evaluar la política estatal, así como elaborar de manera coordinada con la Federación los programas en materia de residuos de manejo especial
- **Autorizar el manejo integral de residuos de manejo especial, e identificar los que dentro de su territorio puedan estar sujetos a planes de manejo**
- Autorizar y llevar a cabo el control de los residuos peligrosos generados o manejados por microgeneradores
- Establecer el registro de planes de manejo y programas para la instalación de sistemas destinados a su recolección, acopio, almacenamiento, transporte, tratamiento, valorización y disposición final
- Promover la participación de los sectores privado y social en el diseño e instrumentación de acciones para prevenir la generación de residuos de manejo especial,
- Formular, establecer y evaluar los sistemas de manejo ambiental del gobierno estatal

Municipios

- **Los municipios tienen a su cargo las funciones de manejo integral de residuos sólidos urbanos, que consisten en la recolección, traslado, tratamiento, y su disposición final**
- Controlar los residuos sólidos urbanos
- Prestar, por sí o a través de gestores, el servicio público de manejo integral de residuos sólidos urbanos
- Establecer y mantener actualizado el registro de los grandes generadores de residuos sólidos urbanos
- Coadyuvar en la prevención de la contaminación de sitios con materiales y residuos peligrosos y su remediación
- Efectuar el cobro por el pago de los servicios de manejo integral de residuos sólidos urbanos y destinar los ingresos a la operación y el fortalecimiento de los mismos

Figura 5. Distribución de competencias en materia de residuos (Elaboración propia de acuerdo a la LGPGIR)

La LGPGIR considera cuatro instrumentos principales de política en los aspectos de prevención y gestión integral de residuos:

1. Programas para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

De acuerdo al Artículo 25 de la LGPGIR, la SEMARNAT deberá formular e instrumentar el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, el cual se basará en los

principios de reducción, reutilización y reciclado de los residuos, en un marco de sistemas de gestión integral, en los que se aplique la responsabilidad compartida y diferenciada entre los diferentes sectores sociales y productivos, y entre los tres órdenes de gobierno.

Por otra parte, conforme al Artículo 26 de la LGPGIR, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos, el cual considera la cantidad y composición de los residuos, así como la infraestructura para manejarlos integralmente.

En el caso de los residuos sólidos urbanos se establece que los municipios deberán elaborar e instrumentar sus programas locales para la prevención y gestión integral de los RSU (PMPGIRSU), el cual está basado en un diagnóstico básico de la situación actual y bajo los principios de responsabilidad compartida (corresponsabilidad) de los diferentes actores en el sector de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Asegurar la prestación del servicio público de manejo integral de RSU
- Limitar los impactos a la salud de corto, mediano y largo plazo
- Limitar la afectación ambiental
- Dar prioridad a la prevención y valorización de los RSU
- Dar viabilidad operacional y económica
- Considerar la situación socio-económica y
- Brindar flexibilidad para la actualización del programa

Los objetivos del programa y las acciones necesarias tienen que ser revisados continuamente y adaptados a cambios de la situación como consecuencia de los alcances obtenidos y a cambios de desarrollo, de la legislación y de los objetivos políticos de la municipalidad. La implementación y frecuente revisión y actualización del PMPGIRSU, así como su monitoreo permite obtener una mayor transparencia en el proceso, mejorar la aplicación de los recursos tanto económicos como humanos y reaccionar más rápido ante los impactos ambientales negativos. La participación social, que es uno de los instrumentos de la política de residuos, tiene que estar presente en la elaboración y actualización del PMPGIRSU (SEMARNAT-GTZ, 2006).

2. Planes de manejo

De acuerdo al Artículo 27 Fracción I de la LGPGIR los planes de manejo tienen el objetivo de promover la prevención de la generación y la valorización de los residuos, así como su manejo integral, a través de medidas que reduzcan los costos de su administración, faciliten y hagan más efectivos, desde la perspectiva ambiental, tecnológica, económica y social, los procedimientos para su manejo.

Están obligados a la formulación y ejecución de planes de manejo:

- Productores, importadores, exportadores y distribuidores de los siguientes productos que al desecharse se convierten en residuos peligrosos²
- Grandes generadores de residuos peligrosos tanto de los listados y de las mezclas de residuos peligrosos con otros, como de los contenidos en la NOM- 052-SEMARNAT-2005
- Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes; los residuos de envases plásticos, incluyendo los de poliestireno expandido; así como los importadores y distribuidores de neumáticos usados, bajo los principios de valorización y responsabilidad compartida.
- Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de pilas y baterías eléctricas que sean considerados como residuos de manejo especial en la norma oficial mexicana correspondiente

3. Participación social

Conforme al Artículo 35 de la LGPGIR, el Gobierno Federal, los gobiernos de las entidades y los municipios, en la esfera de su competencia, promoverán la participación de todos los sectores de la sociedad en la prevención de la generación, la valorización y gestión integral de los residuos.

² aceites lubricantes usados; disolventes orgánicos usados; convertidores catalíticos de vehículos automotores; acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; fármacos; plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos; compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados

Para lograr la participación social se establecerán convenios de concertación con organizaciones sociales, privadas y medios de comunicación, así como la integración de órganos de consulta en los que participen dependencias públicas, privadas, académica y organizaciones sociales.

La concertación para promover la participación y la corresponsabilidad social en la gestión ambiental, se constituye en un instrumento muy poderoso para ampliar las capacidades y los alcances de la política, así como de planes, programas y proyectos (SEMARNAP, 1996).

4. Derecho a la información

De acuerdo al Artículo 39 de la LGPGIR, los tres órdenes de gobierno elaborarán, actualizarán y difundirán los inventarios de generación de residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, de acuerdo con sus atribuciones respectivas, para lo cual se basarán en los datos que les sean proporcionados por los generadores y las empresas de servicios de manejo de residuos, lo que permitirá integrar el Sistema de Información sobre la Gestión Integral de los Residuos.

Bajo este contexto, los primeros esfuerzos por implementar concretamente la política de residuos se ubican en los momentos posteriores a la publicación de la LGPGIR. Entre ellos destaca la Cruzada Nacional por un México Limpio en el año 2003, posteriormente en 2005, la integración del Sistema de Información a nivel municipal para proporcionar datos sobre la gestión de los residuos sólidos urbanos y la publicación del Diagnóstico Básico para la Gestión de los Residuos en 2006.

En 2007 la publicación del documento “Política y Estrategias para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en México” (SEMARNAT, 2007), que tuvo por objetivo sentar las bases para la elaboración del Programa Nacional para la Prevención y Gestión de Residuos (PNPGIR) 2009-2012, el cual plantea una política ambiental en materia de residuos basada en los principios de reducción, valorización y responsabilidad compartida, así como una producción más limpia, el consumo sustentable y el fomento de la participación activa de los diferentes sectores de la sociedad.

En cuanto a NOM, en materia de residuos sólidos, a la fecha solo se ha emitido la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Además, existen normas mexicanas relacionadas con la determinación de la generación y composición de los residuos sólidos urbanos y aquellas sobre las determinaciones en laboratorio de diferentes componentes.

- NMX-AA-015-1985, método de cuarteo
- NMX-AA-016-1984, determinación de humedad
- NMX-AA-018-1984, determinación de cenizas
- NMX-AA-019-1985, peso volumétrico “in situ”
- NMX-AA-021-1984, determinación de la materia orgánica
- NMX-AA-022-1985, selección y cuantificación de subproductos
- NMX-AA-024-1984, determinación de nitrógeno total
- NMX-AA-025-1984, determinación del pH - método potenciométrico
- NMX-AA-031-1976, determinación de azufre en desechos sólidos
- NMX-AA-032-1976, determinación de fósforo total en desechos sólidos
- NMX-AA-061-1985, determinación de la generación

I.5.1 Marco político estatal

En el Estado de Morelos la legislación en materia de residuos se sustenta en la Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Morelos (Periódico Oficial Morelos Nuevo, 1930), en donde se especifican las atribuciones del congreso del estado para expedir leyes en el ámbito de su competencia, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como establece como un derecho reservado la prestación de servicios públicos a las autoridades municipales.

Esta atribución es ratificada y sustentada en la Ley Estatal de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y la Ley de Residuos del Estado.

Si bien, en materia de residuos las disposiciones de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos (Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 1999) quedan derogadas por la Ley de Residuos del Estado, se aplica de manera supletoria en los casos de remediación de sitios contaminados y denuncias ya que se remite al cumplimiento de los trámites correspondientes establecidos en esta Ley.

Por su parte, la Ley de Residuos del Estado (Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2007), publicada el 17 de octubre de 2007, tiene por objeto regular la generación, aprovechamiento y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, los peligrosos de conformidad con lo que

establece la LGPGIR; así como la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

El Artículo 8 menciona que el ejecutivo estatal a través de la Secretaría de Desarrollo Sustentable tiene las siguientes atribuciones:

- I. La formulación y conducción de la política de residuos sólidos del Estado de Morelos
- II. La aplicación de los instrumentos de política de residuos sólidos
- III. La atención de los asuntos que se generen entre dos o más Municipios, así como entre el Estado de Morelos y una o más entidades federativas en coordinación con la Federación, y aquéllos entre el Estado de Morelos y la Federación

En el Estado de Morelos la dependencia responsable de la operatividad en materia de residuos es la Secretaría de Desarrollo Sustentable que entre algunas de sus atribuciones de encuentran: llevar a cabo la vigilancia; celebrar convenios; ofrecer apoyo; llevar a cabo el registro de empresas encargados del manejo de residuos sólidos; promoción de la participación; formulación, ejecución y evaluación de Programa General de Residuos Sólidos; establecer el registro de planes de manejo; autorizar los lugares para realizar las actividades relacionadas con el sistema de manejo de residuos sólidos entre otras.

En este sentido, en el año 2016 se presentó la Estrategia de Gestión Integral de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos (GIRSEM), que tiene como objetivo valorizar los RSU generados en el estado de Morelos mediante un sistema enfocado a la producción de energía alternativa, mejoradores de suelo y promoción del reciclaje (Secretaría de Desarrollo Sustentable, 2016)

En lo que se refiere a los municipios, el Artículo 9 de la Ley de Residuos del Estado establece las atribuciones y sus funciones en el manejo integral de residuos sólidos urbanos, algunas de ellas son:

- La aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, y manejo de los residuos sólidos que no estén considerados como peligrosos;
- La preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el municipio correspondiente en relación con los efectos derivados del servicio público de limpia;

- Nombrar al personal necesario y proporcionar los elementos, equipos, útiles y en general todo el material indispensable para efectuar el barrido manual y mecánico, así como la recolección de los residuos sólidos, su transporte a las estaciones de transferencia, planta de tratamiento o sitio de disposición final, según lo indique la unidad administrativa central competente del Ejecutivo Estatal;
- Organizar administrativamente el servicio público de limpia de su competencia;
- Aplicar las sanciones que correspondan por violaciones a la presente Ley y ordenamientos que de ella se derivan;
- Concesionar el Servicio público de limpia de su competencia de acuerdo a las disposiciones establecidas en la presente Ley, la Ley Orgánica de la Administración Pública del Estado de Morelos y demás ordenamientos jurídicos aplicables;
- La formulación, ejecución y evaluación del programa municipal de residuos sólidos con base en el programa general de residuos sólidos que al efecto expida el Ejecutivo Estatal; y
- Organizar y promover de acuerdo a su competencia, actividades de comunicación, educación, capacitación, investigación y desarrollo tecnológico para prevenir la generación, valorizar y lograr el manejo integral de los residuos;
- Promover de acuerdo a su competencia la integración, operación y funcionamiento de organismos consultivos en los que participen representantes de los sectores industrial, comercial y de servicios, académico, de investigación y desarrollo tecnológico, asociaciones profesionales y de consumidores, y organizaciones no gubernamentales relacionadas con el tema, para que tomen parte en los procesos destinados a clasificar los residuos, evaluar las tecnologías para su prevención, valorización y tratamiento, planificar el desarrollo de la infraestructura para su manejo y desarrollar las propuestas técnicas de instrumentos normativos y de otra índole que ayuden a lograr los objetivos en la materia;
- Organizar e implantar los esquemas administrativos requeridos para recabar el pago por los servicios de recolección, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos que no estén expresamente atribuidos a la Federación y la aplicación de los recursos resultantes al fortalecimiento de los sistemas de limpia, así como hacerlos del conocimiento público.

CAPÍTULO II

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

El municipio de Huitzilac está ubicado en la zona noroeste del estado de Morelos, dentro del Corredor Biológico Chichinautzin, Área de Protección de Flora y Fauna que confiere al municipio una importancia significativa por los diversos servicios ambientales que provee, tales como la regulación de la temperatura, la captura de carbono y particularmente por su importancia dentro del balance hídrico regional.

En el año 2009, el municipio de Huitzilac tenía una población de 15,291 habitantes y se estima se generaban 12.26 toneladas diarias de residuos. En el año 2015, con una población de 19,231 habitantes la generación ascendió a 20 toneladas diarias de residuos, es decir, la generación promedio per cápita de residuos sólidos urbanos pasó de 0.80 a 1.03 kg por habitante, lo que ha representado un incremento en los costos asociados al manejo de residuos sólidos urbanos en el municipio ya que en promedio se gastan 3,860 pesos diarios (1,408,900 pesos anuales) únicamente por la recolección y disposición de residuos.

En cuanto a la recolección, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos urbanos, el municipio no cuenta con el equipo e infraestructura necesaria; desde hace más de 20 años los residuos se disponen en el paraje denominado “el Tezontle” (Hidro Industrial, 2008), el cual no cumple con las especificaciones establecidas en la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003, tales como, cobertura diaria, compactación, control de gas y lixiviados, entre otros; lo que representa un riesgo para la salud pública y el ambiente. Aunado a esto, algunos de los asentamientos humanos, especialmente los ubicados en la periferia, son asentamientos irregulares que en general carecen de servicios públicos básicos, situación que favorece la existencia de tiraderos a cielo abierto, particularmente en barrancas y terrenos baldíos, lo cual incrementa los impactos ambientales asociados a la emisión de gases efecto invernadero, generación de lixiviados y la proliferación de vectores.

Estas condiciones han sido resultado de la falta de estrategias para la gestión sustentable de residuos y la escasa participación social en los procesos de gestión, particularmente en lo que se refiere a la minimización y separación de los residuos, además de que no se cuenta con la información suficiente y actualizada sobre la composición, características, cantidades y fuentes de generación.

Los datos más recientes sobre la composición de residuos en el municipio que son resultado de un diagnóstico de manejo realizado en el 2008 por la empresa consultora Corporación Hicro Industrial S.A de C.V., indican que el 36.4% de los residuos son potencialmente valorizables (vidrio, papel, metal y plástico), mientras que el 38.2% representa la fracción orgánica que puede ser aprovechada para compostaje; es decir, una política pública orientada a un manejo adecuado de los residuos permitiría reducir a más de la mitad la disposición final de los residuos lo que directamente disminuiría los costos asociados a su manejo, así como disminuir los impactos ambientales por la disposición final.

De acuerdo al Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos corresponde a los municipios la responsabilidad de prestar el servicio de limpia con el concurso del Estado, lo que sirve como marco de referencia para establecer los lineamientos generales de los Bandos de Policía y Buen Gobierno y de forma particular con los reglamentos de limpia municipal; por su parte la LGPGIR establece que es competencia de los municipios la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y que deberán elaborar e instrumentar sus programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos.

Bajo este contexto, la presente investigación tiene el objetivo de realizar un diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos urbanos en el Municipio de Huitzilac a fin de sentar las bases de una propuesta de programa que permita mejorar la eficiencia y calidad del servicio de limpia municipal, así como disminuir los impactos ambientales generados por la disposición final.

En este sentido se requiere que se adopten acciones en torno a la reducción de la generación, separación en la fuente, recolección selectiva, aprovechamiento de residuos y una adecuada disposición final, que den como resultado una participación activa de la población y el fortalecimiento de las capacidades institucionales municipales.

CAPÍTULO III

OBJETIVOS

III.1 Objetivo general

Realizar un diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos urbanos en el Municipio de Huitzilac, Morelos, que genere las bases de una propuesta de programa para mejorar la eficiencia y calidad del servicio de limpia municipal, así como disminuir los impactos ambientales generados por la disposición final.

III.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del servicio de limpia, recolección y disposición final de residuos sólidos urbanos en el municipio.
- Analizar el sector informal como parte integral de manejo de residuos sólidos urbanos en el municipio.
- Identificar las prácticas de manejo de residuos sólidos urbanos en los hogares y la disposición de la población para participar en un futuro programa de recolección diferenciada
- Identificar las áreas de oportunidad y sentar las bases para una propuesta de programa para el manejo de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

El manejo integral de residuos sólidos requiere el trabajo conjunto de autoridades municipales, responsables del manejo de los RSU en el municipio y la población en general a fin de lograr un instrumento de planeación que en la medida de lo posible responda a las necesidades y el contexto social, ambiental y económico. La metodología propuesta para dar cumplimiento a los objetivos planteados se muestra en la Figura 6.

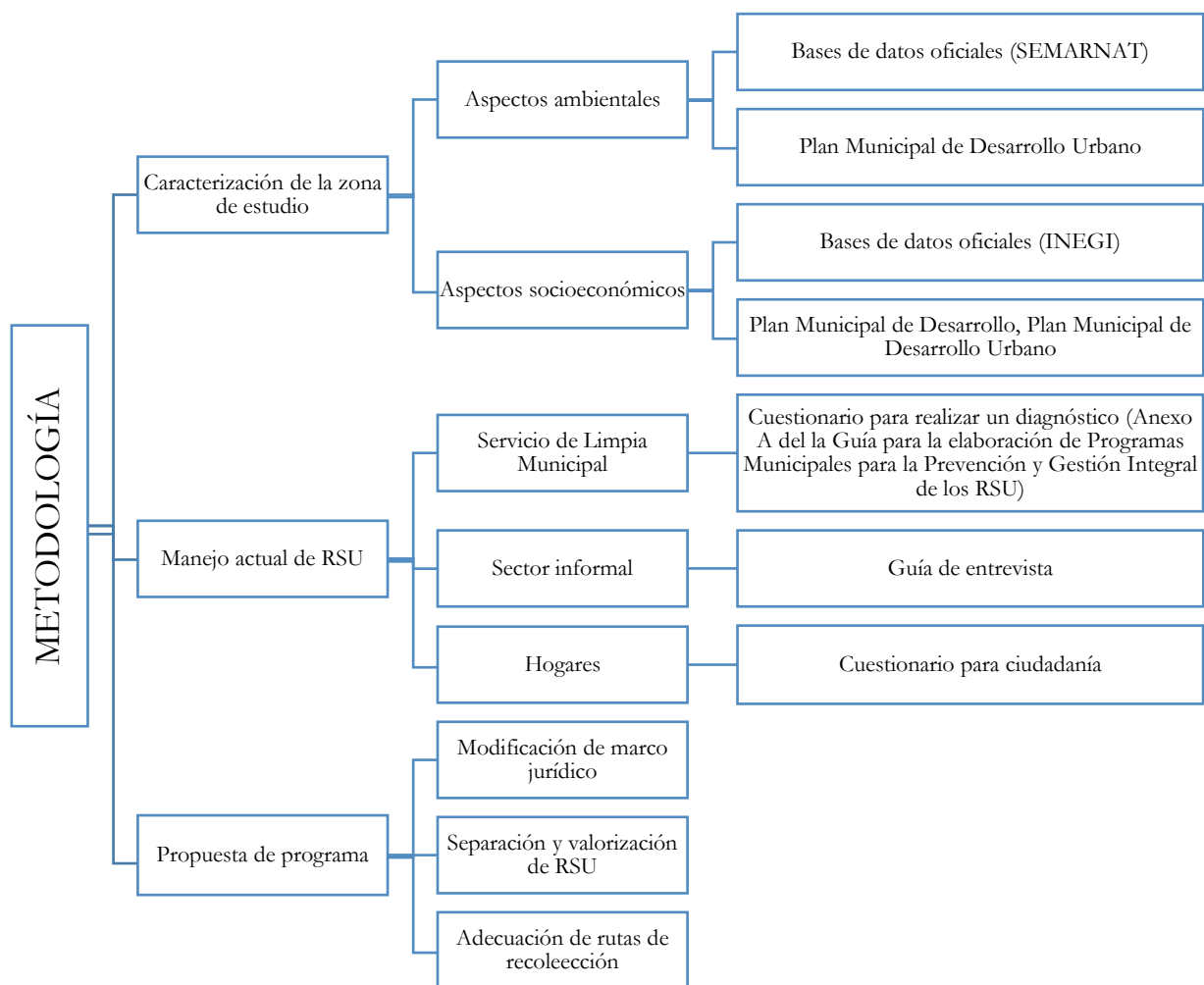


Figura 6. Metodología

IV.1 Caracterización de la zona de estudio

IV.1.1 Aspectos ambientales

A partir del Programa Municipal de Desarrollo Urbano del municipio se describen de manera general aspectos ambientales como: precipitación, hidrología, flora y fauna silvestre, áreas naturales protegidas, y problemáticas ambientales asociadas al manejo de los RSU.

IV.1.2 Aspectos socioeconómicos

Se realizó una búsqueda de información en documentos oficiales de dependencias como el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI), el Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Morelos (CEIEG) y el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), a fin de describir las principales actividades económicas de las localidades, así como el nivel de acceso a servicios básicos que influyen en la vulnerabilidad social de la población del municipio.

IV.2 Manejo actual de RSU

El análisis de la situación actual del municipio en relación al manejo de los residuos considera cada uno de los componentes del sistema actual de manejo de los RSU. Dicho análisis se realizó a partir de la revisión de documentos y fuentes oficiales; entrevistas a autoridades locales, particularmente a aquellas relacionadas de manera directa con el manejo de los residuos, así como por cuestionarios que se realizaron a la ciudadanía.

IV.2.1 Servicio de Limpia Municipal

El diagnóstico del manejo de actual de los RSU se basó en el Anexo A que se incluye en la “Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos”, la cual fue diseñada por la SEMARNAT en colaboración con la Agencia Alemana de Cooperación Técnica (GTZ, actualmente GIZ) en el año 2006, a fin contribuir y facilitar a las autoridades locales el cumplimiento de las disposiciones establecidas en la LGPGIR en materia de RSU.

En este sentido, el cuestionario considerado en el Anexo A de dicha guía se aplicó a las autoridades locales encargadas del manejo de RSU en el municipio de acuerdo al organigrama de administración. Los elementos analizados se describen en la Figura 7:

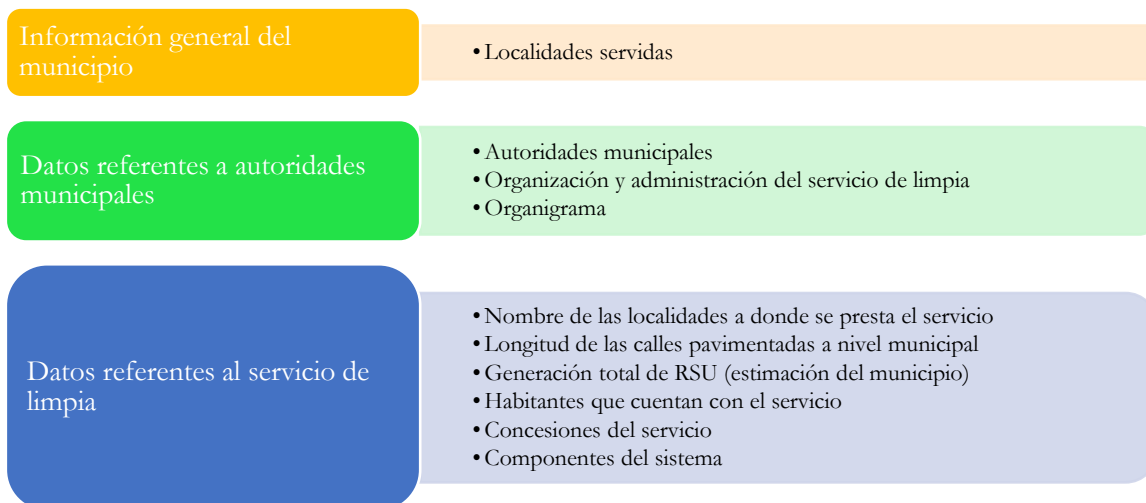


Figura 7. Elementos analizados de acuerdo al Anexo A de la “Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los residuos sólidos urbanos”

IV.2.2 Sector informal

Si bien el Ayuntamiento municipal es responsable del manejo de los residuos, existen otros actores que pueden interactuar en dicho proceso, tal es el caso de los pepenadores³ y recolectores.

El instrumento utilizado para analizar el sector informal en el manejo de los residuos consistió en una guía de entrevista semi-estructurada dividida en cinco categorías: preguntas de tipo personal y laboral, venta de subproductos, ingresos, organización y conflictos. En el Anexo A se presenta la guía de entrevista, la cual se aplicó al 77% de los actores que integran el sector informal del municipio, es decir a nueve pepenadores que laboran en el sitio de disposición y cinco trabajadores que forman parte del sistema de recolección del municipio.

IV.2.3 Hogares

A fin de analizar las prácticas de manejo de RSU en los hogares y la disposición de la población para participar en un futuro programa de recolección diferenciada, se aplicó un cuestionario integrado por 5 categorías.: identificación de problemáticas ambientales, manejo de los residuos en

³ Personas que de manera independiente trabajan en el sitio de disposición final recuperando materiales con valor económico.

los hogares, recolección y disposición final, evaluación del servicio de limpia municipal y participación. En el Anexo B se presenta el cuestionario.

Para la selección del tamaño de la muestra se utilizó la siguiente ecuación⁴:

$$n = \frac{Z^2pqN}{(N - 1)E^2 + Z^2pq}$$

Donde

n= número de muestras

N= número total de viviendas

Z= 1.64 con un nivel de confianza de 90%

E= 0.05= 5% (error permisible)

p= 0.5 (probabilidad de éxito)

q= 0.5 (probabilidad de fracaso)

De acuerdo a la ecuación anterior se determinó un total de 253 muestras; el criterio utilizado para su aplicación se basó en la distribución de la población en cada una de las cinco localidades que integran el municipio, de acuerdo a datos del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2010).

Tabla 2. Distribución de encuestas aplicadas a hogares

Localidad	Población	Viviendas particulares habitadas	Viviendas particulares habitadas (%)	Cuestionarios
Huitzilac	5,095	1,191	28.7	73
Tres Marías	6,591	1,498	36.1	91
Fraccionamientos	3,316	922	22.2	56
Coajomulco	2,089	490	11.8	30
Fierro del Toro	206	51	1.2	3
Total	17,297	4,152	100	253

⁴ Corresponde a la ecuación de muestreo aleatorio simple por lo que cada elemento de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para integrar la muestra

IV.4 Propuesta de programa de manejo de residuos sólidos urbanos

A partir de la información obtenida, se identificaron áreas de oportunidad en el actual manejo de los RSU para posteriormente sentar las bases de acciones específicas dirigidas a resolver dichos problemas, las cuales se integran en tres aspectos: modificación del marco jurídico, separación y valorización de RSU y adecuación de rutas de recolección.

IV.4.1 Modificación de marco jurídico

Considerando la legislación municipal vigente en materia residuos, se realizó un análisis del Bando de Policía y Buen Gobierno, Reglamento de Ecología y Protección Ambiental y el Reglamento de Gobierno y de la Administración Municipal, resaltando aquellos aspectos que requerirían una modificación para impulsar en un futuro un programa de manejo de RSU en el municipio.

IV.4.2 Separación y valorización de residuos sólidos urbanos

A partir de la información obtenida del sector informal y las entrevistas aplicadas a los hogares, se realizó una propuesta para diseñar e implementar un programa de recolección diferenciada a fin de reducir la cantidad de residuos que llegan a disposición final. En este sentido, se describieron de manera general los aspectos a considerar en la planeación, implementación, operación, monitoreo y evaluación del programa.

IV.4.3 Adecuación de rutas de recolección

A partir del Inventario Nacional de Viviendas (INEGI, 2016), el “Diagnóstico Básico de Manejo de Residuos” del municipio de Huitzilac (Hidro Industrial, 2008) y en colaboración con el personal de recolección se realizó una propuesta de macro-rutas para las localidades de Huitzilac y Tres Marías. Los criterios utilizados para la definición de rutas fueron: población, generación de residuos⁵ y capacidad de los vehículos de recolección.

⁵ Se realiza una estimación de generación a partir de la información contenida en el Diagnóstico Básico de Manejo de Residuos” del municipio de Huitzilac (Hidro Industrial, 2008)

CAPÍTULO V

V.1 Caracterización de la zona de estudio

V.1.1 Ubicación geográfica

Como se observa en la Figura 8, el municipio de Huitzilac se encuentra ubicado al noroeste del estado de Morelos y tiene una extensión territorial de 200.66 Km², que representa el 3.84% de la extensión territorial del estado. Se localiza geográficamente al norte a una latitud de 19°07'54", al sur a 18°58'54", al este a una longitud de 99°08'07" y 99°19'09" al oeste. El municipio colinda al norte con la Delegación Tlalpan de la Ciudad de México, al este con Tepoztlán, al sur con Cuernavaca y al oeste con Tianguistenco y Ocuilán del Estado de México (CEIEG, 2017).

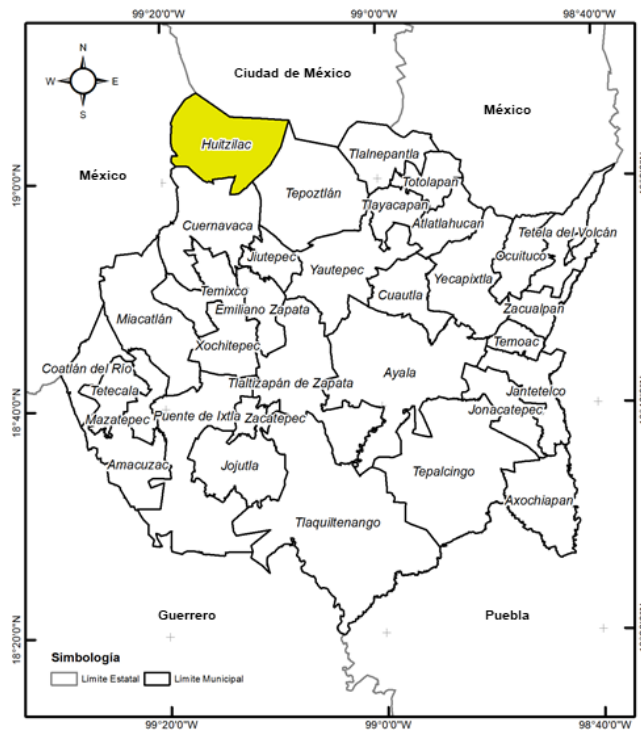


Figura 8. Ubicación geográfica del municipio de Huitzilac (CEIEG, 2017)

V.1.2 Aspectos ambientales

Precipitación: La precipitación mínima es de 1,379 mm/año y la máxima de 1,581 mm/año. Los datos presentados muestran que el promedio de precipitación para el municipio de Huitzilac es de 1527.408 mm/año.

Hidrología: Desde el punto de vista hidrográfico el municipio de Huitzilac se encuentra físicamente en la vertiente sur del Eje Neovolcánico, sub-provincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Amacuzac, formando parte de la cabecera de la sub-cuenca específica denominada Río Apatlaco. Existen siete lagos que se reconocen: Laguna Zempoala, Laguna Compila, Laguna Tonatiahua, Laguna Seca, Laguna Prieta, Laguna Quila y Laguna Hueyapan (PMDU, 2010).

Flora y fauna silvestre: Las variadas condiciones ecológicas que se presentan dan como resultado que en el municipio de Huitzilac cuente con varios tipos de vegetación, como son: oyamel, pino, encino y otros. Cuenta con 325 especies pertenecientes a 197 géneros, que corresponde a 89 familias. Según el tipo de hábitat en donde se encuentran estas especies, la mayoría de ellas son terrestres (270), mientras que sólo 53 son acuáticas, 296 especies son mexicanas y 27 provenientes de otras partes del mundo. Cinco especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001, tres están en la categoría de amenazadas y dos en la categoría de protección especial y dos son endémicas (PMDU, 2010).

Áreas Naturales Protegidas: En el territorio municipal se ubican 2 áreas naturales protegidas. El Parque Nacional Lagunas de Zempoala, decretado el 23 de septiembre y el 27 de noviembre de 1936 y el Área de Protección de Flora y Fauna Silvestre “Corredor Biológico Chichinautzin”, decretado el 30 de noviembre de 1988 (Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2016).

Problemática ambiental: En los últimos años el desarrollo industrial, agropecuario y urbanístico se han dado en forma desordenada, ocasionando graves daños al patrimonio natural, lo que ha provocado que algunos ecosistemas sufran perturbaciones. En el municipio parte principal de esta problemática fue la tala inmoderada, sin embargo han sido la suma de otros factores como los incendios forestales, el cambio de uso de suelo y los problemas de tenencia de la tierra (PMDU, 2010).

De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU, 2010) la mayor parte de los problemas de contaminación en el municipio están asociados a la falta de control en la disposición de residuos sólidos urbanos, ya que hasta la fecha éstos se depositan a cielo abierto y en barrancas del municipio tal y como se observa en la Tabla 3.

Tabla 3. Zonas que presentan algún tipo de contaminación (PMDU, 2010)

Zona contaminada	Tipo de contaminación	Fuente
Zonas contaminadas en Huitzilac		
Tiradero a cielo abierto el Tezontle	Suelo, agua y atmósfera	Residuos sólidos urbanos
Huertas de San Pedro	Suelo y agua	Residuos sólidos urbanos
Lagunas de Zempoala	Suelo y agua	Residuos sólidos urbanos
Barranquilla al sur de Huitzilac	Suelo y agua	Residuos sólidos urbanos
Barrancas en cabecera municipal (Mercado y Calvario)	Suelo y agua	Residuos sólidos urbanos Descargas de aguas residuales
Zonas contaminadas en Tres Marías		
Tres Marías	Suelo y agua	Residuos sólidos urbanos
Av. Ferrocarril	Suelo y agua	Canal de desagüe
Barranca en Av. Lázaro Cárdenas, Col. San Bartolo	Suelo y agua	Residuos sólidos urbanos Descargas de aguas residuales
Tiraderos de desechos sólidos urbanos	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Zonas contaminadas en Fraccionamientos, Barrios y colonias al sureste de Huitzilac		
Barranca del Frac. Tecoloxtitla	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Barranca del Muerto (Frac. María Candelaria el Zorro/La Floresta)	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Barranca del Frac. Monte Bello/María Candelaria	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Barranca del Frac. Monte Cristo/Paraje San Martín Ajahuayo	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Barranca del Frac. San José de la Montaña	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Barranca de Sierra Encantada	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Tiradero sobre la Carretera Federal México-Cuernavaca	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Zonas contaminadas en Coajomulco		
Barranca en calle Vicente Guerrero	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos
Barranca en calle Aldama	Suelo, agua y bosque	Residuos sólidos urbanos

V.1.3 Aspectos socioeconómicos

De acuerdo a la Encuesta Intercensal 2015, el municipio cuenta con una población de 19,231 habitantes, cifra que representa 1.0% de la población de la entidad. En el año 2010 del total de habitantes, el 51% correspondía a hombres y el 49% a mujeres.

El municipio está dividido en cinco comunidades: Huitzilac, Tres Marías, Fierro del Toro, Coajomulco y, Fraccionamientos y Parajes, concentrándose el 62% de la población en las localidades de Huitzilac y Tres Marías.

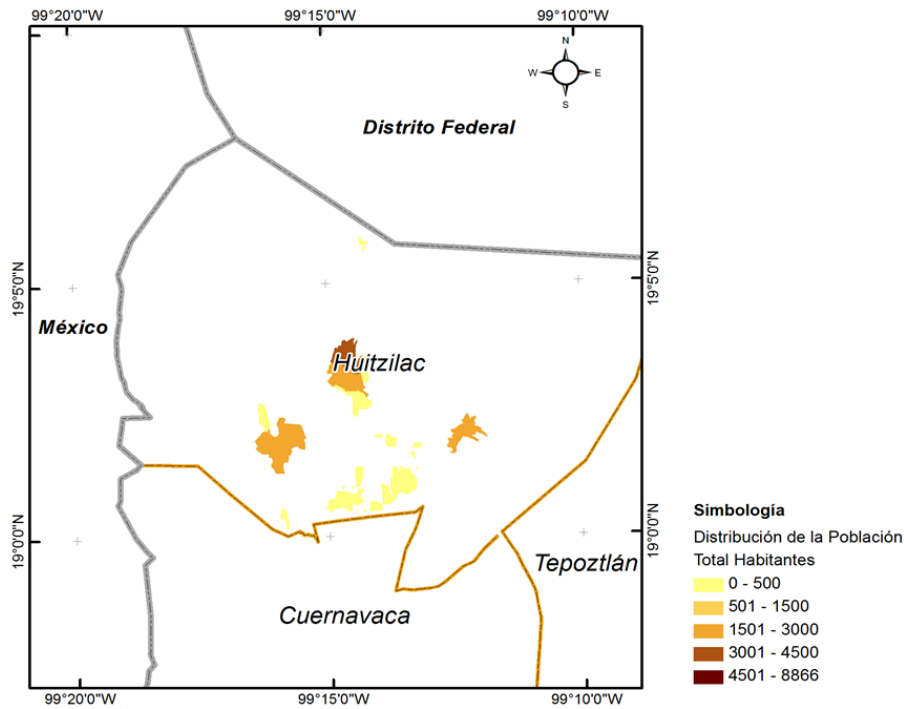


Figura 9. Distribución de la población (CEIEG, 2017)

Las principales características socioeconómicas de las localidades se citan a continuación (PMDU, 2010):

Huitzilac: Cabecera municipal con 5,095 habitantes, la mayor actividad económica es la agricultura, el turismo, el comercio y el aprovechamiento de tierra de monte que se da de manera regular e irregular. Al ser la cabecera municipal, cuenta con la mayoría de los servicios, excepto drenaje.

Tres Marías: Corresponda a la localidad con el mayor número de población (6,591 habitantes). El comercio es su principal actividad económica, por ser la localidad más transitada del municipio, cuenta con la mayoría de los servicios.

Coajomulco: Localidad ubicada al oriente del municipio que conforma el área natural protegida del corredor biológico del Chichinautzin. Su principal actividad económica es la agricultura principalmente la fruticultura, de igual manera son importantes las actividades silvícolas y de aprovechamiento de tierra de monte y en menor grado el comercio. Tiene una población de 2,089 habitantes, cuenta de forma limitada con la mayoría de los servicios, excepto el agua potable.

Fierro del Toro: Se encuentra ubicada al norponiente de la cabecera municipal, es la localidad limitante del estado de Morelos con el estado de México y el Distrito Federal. Es una población pequeña de 206 habitantes, su principal actividad económica es la agricultura y ganadería

Fraccionamientos y Parajes: Aunque no están reconocidos aun, son localidades ya establecidas en el municipio desde hace muchos años, y tienen una población de 3,316 habitantes. Se caracteriza por tener una población flotante ubicada en zonas residenciales, que sus actividades en Cuernavaca la Ciudad de México.

Las condiciones socioeconómicas de las diferentes localidades se encuentran directamente relacionadas con la generación de residuos, así como las prácticas de manejo y disposición final. De acuerdo al Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), 41.8% de la población es vulnerable por carencias sociales, es decir, presenta algún tipo de carencia en rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacio de la vivienda, acceso a los servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación.

En la siguiente Tabla se presenta la distribución de la población por localidad y el porcentaje de población por índice de marginación lo que permite observar la vulnerabilidad en función al acceso a servicios básico en cada una de las localidades.

Tabla 4. Distribución de población por Índice de Marginación

Localidad	Población total	Índice de marginación	Porcentaje de población
Huitzilac	5,095	Bajo	90%
		Medio	4%
		Alto	6%
Tres Marías	6,591	Bajo	93.5%
		Medio	2.5%
		Alto	4%
Fraccionamientos	3,316	Muy Bajo	11%
		Bajo	44%
		Medio	23%
		Alto	22%
Coajomulco	2,089	Alto	100%
Fierro del Toro	206	Alto	100%
Elaboración propia con datos de (CONAPO, 2010)			

En este sentido si, bien el municipio tiene un grado de marginación Bajo, a nivel de localidad existen veinticuatro localidades con un índice de marginación alto (Figura 10), entre las que destacan: Fraccionamiento Atlixnac con un índice de -0.7795, Coajomulco con un índice de -0.3725, Fierro

del Toro con un índice de -0.6008, Los Pinos con un índice de -0.7085 y Kilómetro cuarenta y siete (entrada al Capulín) con un índice de -0.5233 con grado de marginación Alto.

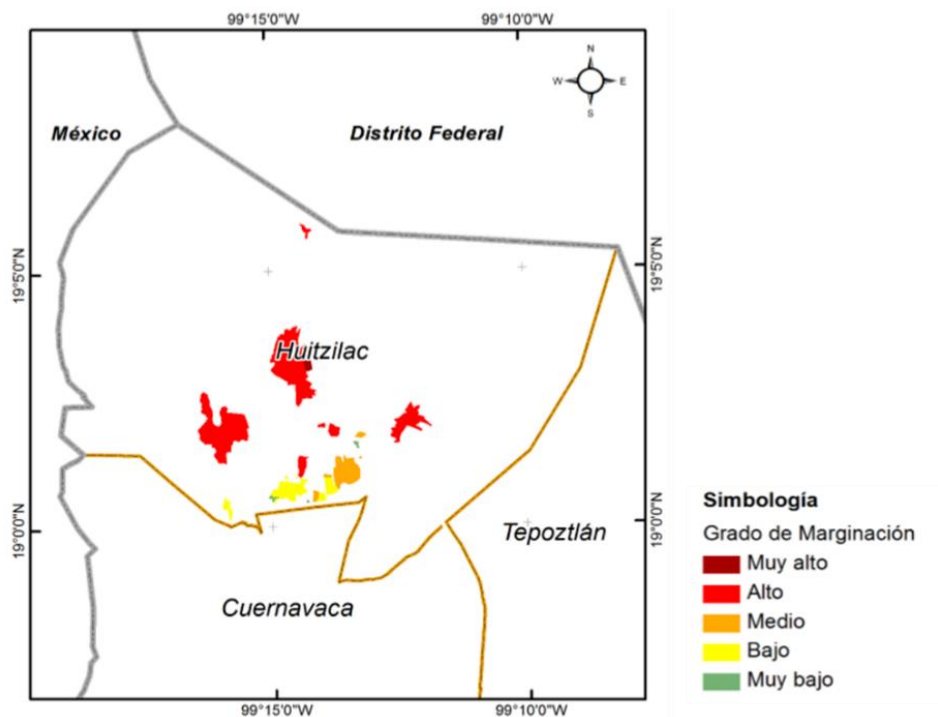


Figura 10. Grado de marginación (CEIEG, 2017)

En el ámbito educativo Huitzilac cuenta, de acuerdo a cifras del INEGI (2010), con un total de 4,537 personas de 5 años y más que asisten a la escuela; en un total de 10 escuelas primarias, 4 secundarias, una preparatoria y un Centro de Bachillerato Tecnológico.

Respecto a los servicios de salud en el Municipio, a la fecha el municipio cuenta con tres Centros de Salud, pertenecientes a la Secretaría de Salud, en las localidades con mayor concentración poblacional como son: Coajomulco, Tres Marías y Huitzilac.

CAPÍTULO VI

RESULTADOS

VI.1. Manejo actual de residuos sólidos urbanos

VI.1.1 Servicio de Limpia Municipal

1. *Localidades servidas*

El servicio de limpia municipal se brinda en las cinco localidades del municipio.

- Huitzilac (Cabecera municipal)
- Tres Marías: a una distancia aproximada de 4 kilómetros de la cabecera municipal.
- Coajomulco: a una distancia aproximada de 12 kilómetros de la cabecera municipal.
- Fierro del Toro: a una distancia aproximada de 18 kilómetros a la cabecera municipal.
- Fraccionamientos y parajes: a una distancia aproximada de 4 kilómetros de la cabecera municipal

2. *Datos referentes a autoridades municipales*

El Ayuntamiento está integrado por el presidente municipal, un síndico y tres regidores. El periodo administrativo 2015-2018 es dirigido por el C. Antonio Cruz García, Arquitecto de profesión y perteneciente al partido Nueva Alianza.

El manejo de residuos está a cargo del Jefe de Limpia y Residuos, el C. Eleazar Vázquez Pacheco, originario de la cabecera municipal y que en los últimos años se ha dedicado al transporte de materiales de construcción.

En el área de ecología, se cuenta con la Coordinación de Desarrollo Ambiental y Ecología a cargo del C. Oscar Ventura Mondragón.

3. *Organización y administración del servicio de limpia*

El municipio no cuenta con un reglamento de limpia aprobado por cabildo sin embargo se ubican otros instrumentos jurídicos en donde se establecen algunos lineamientos para el adecuado manejo de los RSU:

- **Bando de Policía y Buen Gobierno del municipio** (Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2016): en materia de protección ambiental, hace referencia a las atribuciones señaladas en el artículo 7 de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente del estado de Morelos, sin embargo, dicho artículo determina a las atribuciones del Ejecutivo del Estado de Morelos, mientras que las atribuciones de los municipios ubican en el artículo 8 de esta misma ley.

Los motivos de infracciones en materia de residuos y aseo urbano consideradas en dicha normativa son:

- Quienes arrojen a los inmuebles y vías públicas, lugares de uso común o predios baldíos, basura, escombros o sustancias insalubres o tóxicas;
- Quien no mantenga aseado el frente de su domicilio, negocio y predios de su propiedad o posesión;
- Quien permita que se acumule basura o proliferen fauna nociva en terrenos de su propiedad o posesión;
- Quien arroje sustancias contaminantes a las redes de drenaje, depósitos de agua potable, o depósitos de desechos contaminantes en el suelo o subsuelo;

- **Reglamento de Ecología y Protección Ambiental** (Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2001): se establecen algunos criterios para el adecuado manejo de residuos a fin de prevenir y controlar la contaminación del suelo y del agua, particularmente se hace mención de la promoción del uso y reciclaje de los desechos. Por otra parte, se establecen las atribuciones y obligaciones del área de Ecología para:

- La elaboración de la Composta Municipal;
- El barrido de los corredores urbanos, el centro y subcentros urbanos del Municipio, la recolección, transporte y disposición final de los desechos sólidos;
- Determinar los sitios que reúnan las condiciones técnicas adecuadas para funcionar como rellenos sanitarios para la disposición final de los residuos sólidos municipales de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas;
- Vigilar y supervisar que los rellenos sanitarios funcionen de acuerdo con las Normas Oficiales Mexicanas, cuidando que las instalaciones y la operación cumplan con el propósito para el que fueron establecidos;

- Las industrias, fábricas, centros comerciales, así como hospitales donde se produzcan volúmenes de desperdicio que lo ameriten, serán recibidos por las unidades recolectoras siempre y cuando se entreguen clasificados y separados en las siguientes categorías: papel y cartón, plásticos, metales, vidrio, materia orgánica y control sanitario entre otros;

Algunos motivos de infracción en materia de residuos citados en dicha legislación son los siguientes:

- Arrojar basura o desechos en lotes baldíos, avenidas, camellones o en cualquier lugar público dentro del Municipio
- Realizar el acto de quemar cualquier tipo de desechos sólidos o líquidos [...]

- **Reglamento de Gobierno y de la Administración Municipal** (Periódico Oficial "Tierra y Libertad", 2016): especifica las atribuciones y responsabilidades del área de Servicios Públicos; en materia de residuos se pueden citar las siguientes:

- Evaluar de manera permanente la prestación del servicio de recolección de desechos sólidos, realizando estudios y proyectos para la construcción, conservación y mantenimiento de obras de infraestructura para el manejo de los desechos sólidos, como estaciones de transferencia, plantas de selección y aprovechamiento, así como sitios de disposición final, en términos de la Legislación aplicable;
- Vigilar, supervisar, evaluar y controlar la prestación del servicio de recolección de desechos sólidos, implementando un Sistema Integral de Aseo Municipal, de acuerdo a las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables;
- Realizar el barrido manual y mecánico de las calles y plazas principales, así como el almacenamiento temporal de residuos sólidos, de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables;
- Desarrollar, en coordinación con las autoridades competentes en su caso y con base en las disposiciones jurídicas aplicables, las actividades de minimización, recolección, transferencia, tratamiento y disposición final de desechos sólidos; restaurar sitios contaminados, establecer los sistemas de reciclamiento y tratamiento de desechos sólidos y operar la estación de transferencia, en términos de la legislación aplicable;
- Ejecutar la normatividad reglamentaria relativa a la separación de la basura desde su origen y coordinar un programa de recolección y concertación con los generadores relacionados con la generación, reciclaje y transformación de los residuos sólidos;

4. Organigrama

La administración municipal está integrada por el presidente municipal, el síndico y tres regidores, los cuales integran el cabildo y del cual se desprenden otras áreas administrativas. En el tema de residuos, el manejo recae sobre la Dirección de Servicios Públicos Municipales que a su vez depende de la Secretaría Municipal (Figura 11).

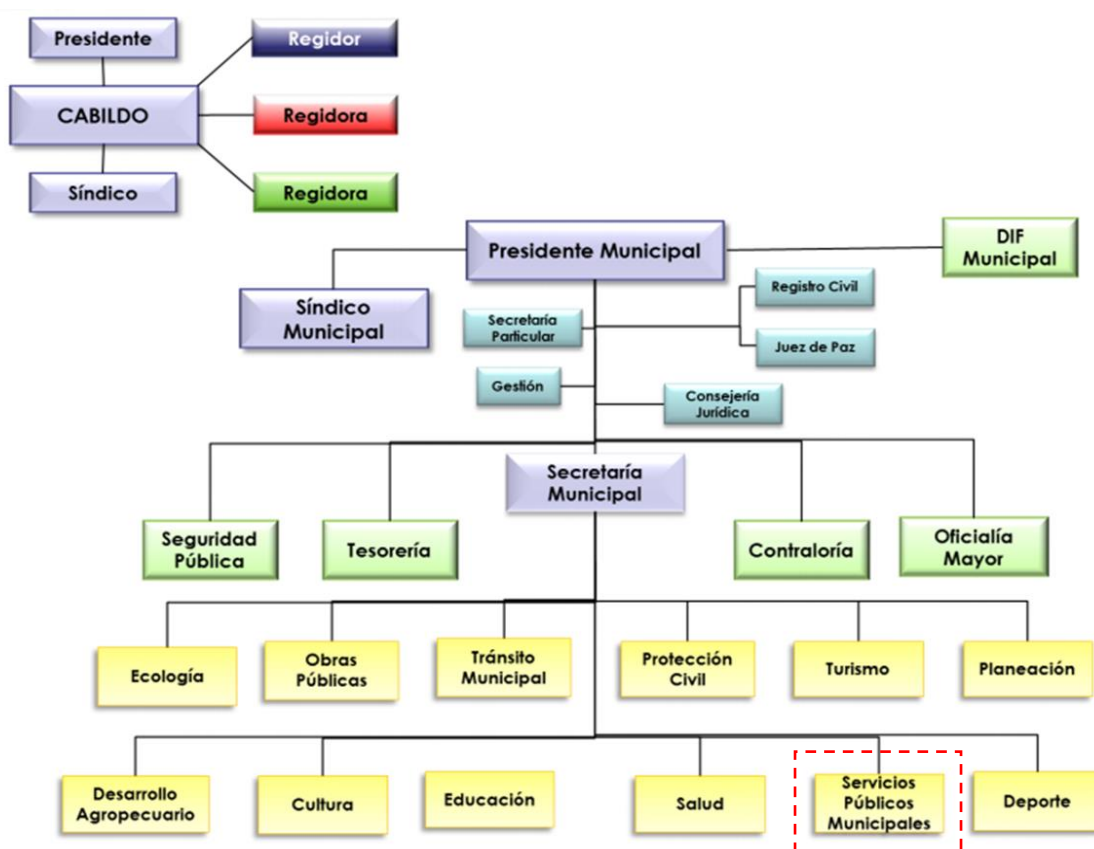


Figura 11. Organigrama

Como se observa en la Figura 12, la Dirección de Servicios Municipales, a su vez se subdivide en cuatro áreas, siendo la Jefatura de Limpia y Residuos la encargada del manejo de RSU en el municipio.

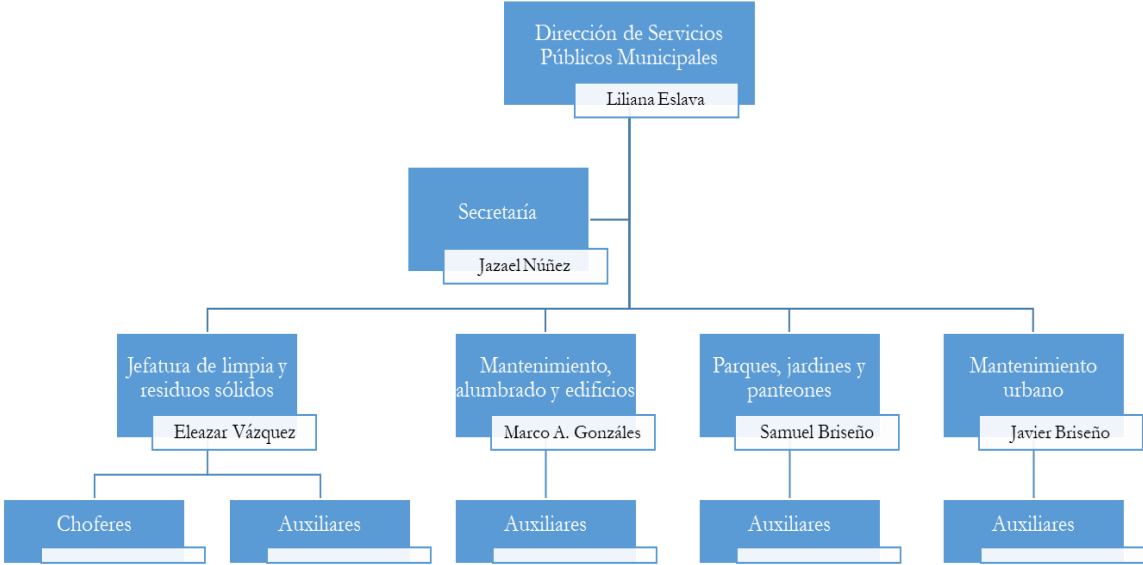


Figura 12. Dirección de Servicios Municipales

5. Datos referentes al servicio de limpia

De acuerdo a datos de la Dirección de Servicios Públicos Municipales la cobertura del servicio de recolección de residuos sólidos es del 90%, es decir aproximadamente 19,308 habitantes que cuentan con sistema de recolección al menos una vez por semana.

El servicio de limpia es manejado en su totalidad por la Dirección de Servicios Municipales, no teniendo concesionado ninguna etapa del manejo. Los componentes del sistema se limitan al barrido, recolección y disposición final.

Generación

El municipio no cuenta con datos actualizados de la generación total de residuos, sin embargo, en el año 2008 a través de la anteriormente llamada Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente (CEAMA), se realizó un diagnóstico de generación (Hidro Industrial, 2008). En dicho año se estimaba una generación diaria de 12.26 toneladas y una generación per cápita de 0.8 kg/hab/día.

En la Figura 13 se puede observar la composición promedio, la cual indica una mayor generación de residuos orgánicos y una menor generación de metal y papel⁶.

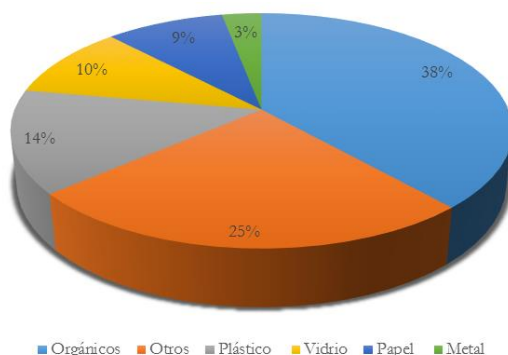


Figura 13. Composición de residuos

Por otra parte, como se puede observar en la Tabla 5 la composición por estratos socioeconómicos permite identificar una mayor generación de vidrio, tetra pack, cartón y papel en la zona de Fraccionamientos que se ha caracterizado por ser una población flotante y con mayor poder adquisitivo.

Tabla 5. Porcentaje promedio en peso de los subproductos generados por los diferentes estratos

Subproductos	% Promedio estrato alto	% Promedio estrato bajo
Cartón	6.07	2.28
Tetra pack	2.51	1.31
Lata	2.51	2.61
Papel	4.18	2.23
Pañal desechable	6.90	4.57
PET y plásticos recuperables	7.74	7.18
Poliétileno (bolsas varias)	5.86	5.77
Poliestireno expandido (Unicel)	1.26	1.25
Residuos de alimentos	25.73	35.21
Residuos de jardinería	2.30	13.31
Residuo fino	0.21	4.98
Trapo	3.56	6.69
Vidrio	15.27	5.44
Papel sanitario	14.23	6.20
Envolturas	0.42	0.22
Plástico rígido	1.26	0.76
Total	100.00	100.00

Estrato Alto: Fraccionamientos
Estrato Bajo: Huitzilac, Tres Mariás, Coajomulco, Fierro del Toro

⁶ El estudio de generación se realizó a partir de los residuos que llegan al sitio de disposición final, por lo que la composición se puede ver afectada debido a la previa recuperación de materiales que se puede dar en los hogares, particularmente de metales.

Asumiendo el dato de generación per cápita y considerando la población de la Encuesta Intercensal 2015 (19,231 habitantes), se estimaría una generación de 15.38 toneladas diarias de residuos. De acuerdo a estimaciones del municipio actualmente la generación es de aproximadamente de 18 a 20 toneladas diarias.

Barrido

El barrido que se lleva a cabo en el municipio es de tipo manual, sin embargo, este no se realiza de manera continua, únicamente después de festividades o eventos públicos en las plazas de las diferentes localidades, tal y como se observa en la Figura 14. La superficie promedio de estas plazas es de 7,459 m² y el barrido se realiza por 1 o 2 personas que forman parte de la misma plantilla de personal encargada de la recolección, o bien del personal de limpia del área administrativa.



Figura 14. Barrido de plaza pública

Por otra parte, el municipio de manera conjunta con la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) implementan el Programa de Empleo Temporal para la conservación de caminos y mejoramientos de brechas como parte del mejoramiento de la infraestructura local, en donde se llegan a emplear hasta 35 personas dos veces por año (Figura 15).



Figura 15. Programa de Empleo Temporal

Recolección y transporte

El tipo de recolección es en acera y en ninguna de las localidades se realiza recolección selectiva. Como se observa en la Tabla siguiente únicamente se cuenta con 3 vehículos, por lo tanto, ante la falla o labores de mantenimiento de uno de los vehículos se afecta directamente la recolección en alguna de las localidades y con ello la eficiencia del servicio.

Tabla 6. Información relacionada a la recolección

	Número	Unidad
Promedio de vehículos operando	3	Vehículos/día
Promedio de vehículos en reserva	0	Vehículos/día
Choferes	3	Empleados
Trabajadores en la recolección	7	Empleados
Número de cuadrillas de recolección	3	Cuadrillas

Los vehículos con los que se cuentan tienen una capacidad aproximada de 8 toneladas y sin sistema de compactación (Figura 16).



Figura 16. Vehículos de recolección

La frecuencia de recolección y el número de rutas por vehículo se pueden ver en la Tabla 7, mientras que en la Tabla 8 se pueden observar las rutas de recolección a detalle.

Tabla 7. Frecuencia de recolección

Localidad	Frecuencia de recolección	Rutas de recolección
Huitzilac	1 vez por semana	5
Tres Marías	1 vez por semana	4
Fraccionamientos	1 vez por semana	5
Coajomulco	1 vez por semana	1
Fierro del Toro	1 vez por semana	1

Tabla 8. Rutas de recolección

Vehículo	Día	Ruta de recolección
Vehículo 1	Lunes	Barrio La Purísima
	Martes	Barrio San Juan (Mercado, Panteón), Quebradora
	Miércoles	Carretera Tres Marías-Cuernavaca, Valle de los Soles
	Jueves	Barrio San José, Tlacotepec
	Viernes	Av. Zempoala, San Bartolo
Vehículo 2	Lunes	Colonia La Estación (Héroes-Cristo Rey)
	Martes	Colonia La Estación (Canchas, Autopista. Vía)
	Miércoles	Cuauhtémoc, Loma, Nueva Santamaría
	Jueves	Antonio Segura, Hongos, Tezoyo
	Viernes	Fierro del Toro, Km 47, Mando Único, Camino a la mina, Barrio San Juditas
Vehículo 3	Lunes	Av. Cuernavaca, Huertas de San Pedro, Campo Monte Casino Gualupita, Mirador, María Candelaria, Ajahuayo
	Martes	Cuauhtémoc, Puentes, Centro, Caseta, Calle Gualupita, Tlálloc, Universidad
	Miércoles	Finca de los conejos, Tetecuintla, Calle Jilgueros, Monte Bello, Monte Cristo, Barrio Cruz, Barrio Pobre, Monte Rubí, Rincón del Bosque, Coajomulco
	Jueves	Coajomulco, Camino Viejo a Huitzilac, Monte Verde, Los Vaqueritos. La Enramada, Km 55, Calle Arroyito de Plata, La Palma, Guayacahuala, Primaria Emiliano Zapata, San José, Calle Liebre
	Viernes	Fraccionamiento Monte Casino, Tezontlalpa, Barrio San Miguel, Calle Alta Tensión

Respecto al costo del servicio de recolección, se cuenta únicamente con datos de combustible, el cual es de 365 litros de diésel por semana para los 3 vehículos en operación. Los requerimientos de combustible por vehículo se muestran en la Tabla 9.

Considerando un rendimiento del vehículo de 10.53 km/litro, se estima una longitud de 3,843 km recorridos por semana en todo el municipio.

Tabla 9. Requerimientos de combustible

Vehículo	Ruta de recolección	Combustible	Unidad
Vehículo 1	Huitzilac	100	litros/semana
Vehículo 2	Tres Marías-Fierro del Toro	115	litros/semana
Vehículo 3	(Fraccionamientos-Coajomulco)	150	litros/semana

No existe tarifa de recolección, sin embargo, en la localidad de Tres Marías los establecimientos de venta de alimentos realizan un pago mensual que va de 350 a 500 pesos por el servicio. Esta tarifa se debe a la gran cantidad de establecimientos comerciales ubicados sobre la Carretera Federal y Autopista México-Cuernavaca; de acuerdo al censo económico los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas es el segundo sector económico más importante del municipio (PMDU, 2010)

Disposición final

Los residuos sólidos urbanos se disponen en el paraje denominado “el Tezontle”; no se cuenta con información de la fecha a partir de la cual el H. Ayuntamiento es propietario del predio, sin embargo, su utilización como sitio de disposición final se da desde hace más de 20 años, durante el periodo del Gobernador Antonio Riva Palacio López (1988-1994), cuando se terminó de explotar un banco de material (tezontle) ya que el socavón formado en este sitio se empezó a utilizar como depósito de residuos.

Como se observa en la Figura 17, el sitio de disposición se ubica en la zona norte del municipio aproximadamente a 2 kilómetros de la localidad de Tres Marías y a 3.5 kilómetros de la cabecera municipal; tiene una extensión aproximada de 6 hectáreas de las cuales únicamente 4 corresponde a la superficie donde se han depositado los residuos y el resto a caminos utilizados como vía de acceso a la mina de Tezontle.

De acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003 la categoría a la que corresponde el sitio de disposición final, es la C, es decir, con un ingreso de 10 a 50 toneladas por día de residuos, sin embargo, el municipio no cuenta con la maquinaria y personal para realizar la cobertura diaria y compactación establecida en la normatividad.

En el año 2008, el Ayuntamiento en colaboración con la anteriormente llamada Comisión Estatal del Agua y Medio Ambiente (CEAMA) presento el Plan de Regularización del sitio (Hidro Industrial, 2008), en el cual se establecía la construcción de una única celda con sistema de captación de gas y lixiviado, drenaje de aguas pluviales y algunas características operativas para la compactación, cobertura y control de materiales depositados en el sitio.

A partir de este Plan, se realizó la clausura de la zona que inicialmente sirvió como depósito de residuos (socavón de banco de material), quedando enterrados cerca de 13,485 m² de residuos sólidos urbanos.



Figura 17. Ubicación geográfica del sitio de disposición final (Google Eart,2018)

Por otra parte, se construyó una celda que se estimaba tendría una vida útil de 4 años, sin embargo, como se puede observar en la Figura 18 el sitio de disposición final sigue funcionando de manera irregular, sin tomar en consideración la normatividad ambiental.



Figura 18. Sitio de disposición final

Actualmente en el sitio trabajan de 11 personas que recuperan algunos materiales con valor económico, los cuales trabajan de manera independiente (pepenadores) (Figura 19), sin embargo, apoyan en las labores de vigilancia en el sitio para que los residuos se dispongan en las zonas destinadas para tal fin.

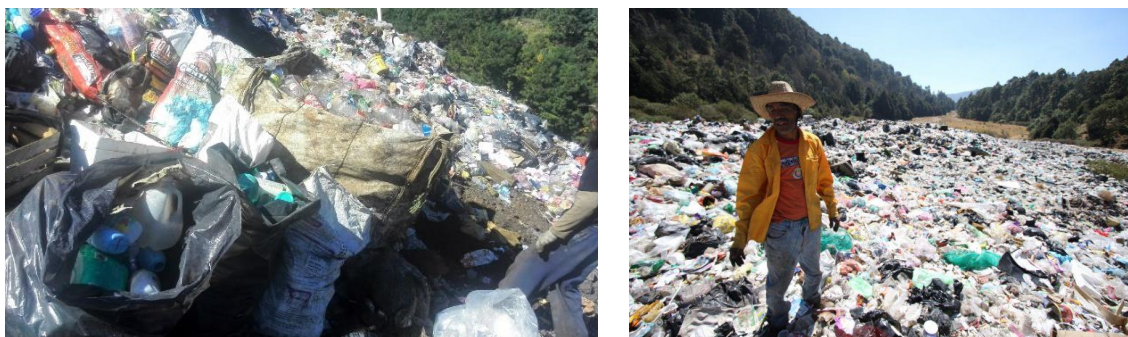


Figura 19. Recuperación de materiales en el sitio de disposición final

VI.1.2 Sector Informal

El sector informal en el municipio está constituido por los pepenadores ubicados en la zona de disposición final, así como la pre-pepena que se realiza por los trabajadores del sistema de recolección.



Figura 20. Pepenadores en el sitio de disposición final

El análisis de este sector se basa en las entrevistas realizadas a nueve pepenadores y cinco trabajadores del sistema de recolección; la información obtenida se presenta en cuatro categorías: organización, materiales recuperados, ingresos y conflictos.

1. Organización

En el caso de la pepena realizada en el sitio de disposición final se ubican dos grupos de trabajo, los cuales se distribuyen los 15 camiones que llegan al sitio por semana.

El primero de los grupos recibe nueve de los 15 camiones, está integrado por una familia originaria del municipio y quienes desde hace 17 años empezaron a realizar esta labor en el sitio. La intención inicial de este grupo era realizar de manera formal la recuperación y venta de materiales, sin embargo, no obtuvieron el apoyo deseado por parte de las diferentes administraciones municipales, así lo comenta uno de los integrantes.

“La verdad yo me metí a esto por ayudar a mis hermanos y tratar de hacer una compañía de esto [...] se puede hacer, pero no hay apoyo, aquí si se logra sacar todo lo que es y si se invierte en la máquina, se puede moler la bolsa, se puede moler el plástico, se pueden moler muchas cosas, se puede usar la composta” (Paulino Puebla de los Santos, 2017)

A pesar de la falta de apoyo, esta actividad se ha vuelto un estilo de vida ya que en el sitio trabajan seis personas de la familia, sin embargo, en casa son más de diez los miembros que colaboran en la separación y limpieza de los materiales, principalmente de papel.

El segundo grupo de trabajo está integrado por seis personas, originarias del municipio de Xochitepec, Guerrero y Estado de México. El líder del grupo se dedica desde pequeño a esta labor, sin embargo 5 de los integrantes tienen menos de 1 año trabajando en el sitio y dedicándose a las actividades de pepena, principalmente por la falta de empleo.

2. Materiales recuperados

En la Tabla 10 se presentan los subproductos y/o materiales recuperados por mes en el sector informal, que como se observa corresponden en su mayoría a cartón y PET, además de que en la pre-pepena la recuperación de materiales se limita al cartón, PET y aluminio (lata) ya que esta se realiza a bordo de los camiones. En total se recuperan cerca de 28 toneladas de residuos al mes, es decir aproximadamente el 5% de los RSU totales generados en el municipio. Considerando la composición promedio de RSU a nivel estatal en donde el 29% de los RSU corresponden al tipo inorgánico, se estaría recuperando un 16.6% de los materiales de este tipo.

Tabla 10. Subproductos recuperados por el sector informal

Materiales recuperados	Peso promedio (kg/mes)		
	Pepena	Pre-pepena	Total
Vidrio*	10,240.00	-	10,240.00
Cartón	5,240.00	4,800.00	10,040.00
PET (tereftalato de polietileno)	3,160.00	700.00	3,860.00
Plástico soplado (HDPE)	864.00	-	864.00
Papel revista	800.00	-	800.00
Papel blanco	700.00	-	700.00
Papel libro	300.00	-	300.00
Papel periódico	250.00	-	250.00
Aluminio (lata)	206.00	110.00	316.00
Plástico duro (Poliestireno Duro)	192.00	-	192.00
Vinil	160.00	-	160.00
Hojalata (acero-estaño)	160.00	-	160.00
TOTAL	22,272.00	5,610.00	27,882.00

*La venta de vidrio se realiza por bultos o costales, sin embargo, se tomó un peso promedio 32 kg/bulto
Elaboración propia con datos de pepenadores y trabajadores del sistema de recolección

En las siguientes imágenes se pueden observar algunos de los materiales recuperados:



PET (terefalato de polietileno)



Cartón



Plástico soplado (Polietileno de alta densidad)



Papel



Vidrio



Polietileno de alta densidad (PEAD)



Aluminio (lata)



Hojalata



Vinil



Plástico duro (poliestireno duro)

Figura 21. Materiales recuperados

A diferencia de la pre-pepena, en el sitio de disposición final, la separación es específica, particularmente por uno de los grupos, en donde materiales como bronce, antimonio, níquel, cobre y otros metales son recuperados en pequeñas cantidades (Figura 22).



Figura 22. Materiales recuperados

3. Ingresos

Los ingresos obtenidos en este sector están en función del material recuperado y el precio en el mercado, sin embargo, a continuación, se presentan valores promedio de los ingresos mensuales de acuerdo a la información proporcionada por los pepenadores y los trabajadores del servicio de recolección.

Uno de los grupos de pepenadores realiza la comercialización de materiales en la Ciudad de México, ya que los precios de compra son más elevados, en este sentido la Tabla 11 muestra únicamente los ingresos de este grupo, los cuales son de \$19,908.00 mensuales aproximadamente.

Tabla 11. Ingresos mensuales obtenidos por pepena (grupo 1)

Materiales recuperados	Precio de compra (pesos/kg)	Peso (kg/mes)	Ingresos promedio (pesos/mes)
Cartón	1.80	3,600.00	6,480.00
Papel blanco	3.00	700.00	2,100.00
Papel libro	2.50	300.00	750.00
Papel periódico	1.60	250.00	400.00
Papel revista	1.60	800.00	1,280.00
Vinil	1.50	160.00	240.00
Vidrio*	0.25	3,072.00	768.00
PET (Tereftalato de polietileno)	4.75	840.00	3,990.00
Plástico soplado (HDPE)	4.50	504.00	2,268.00
Plástico duro (Poliestireno Duro)	2.50	192.00	480.00
Aluminio (lata)	16.00	72.00	1,152.00
Total			19,908.00

*La venta de vidrio se realiza por bultos o costales, sin embargo, se tomó un peso promedio 32 kg/bulto
 Nota: los valores se consideran promedios ya que los ingresos pueden variar en función de otro tipo de subproductos recuperados
 Elaboración propia con datos de pepenadores y trabajadores del sistema de recolección

El segundo grupo de pepenadores, así como el personal del servicio de recolección realizan la venta de materiales en el municipio en donde los precios de compra son menores pero que permite en el caso de los trabajadores del servicio de recolección realizar la venta diaria del material. Los ingresos de este grupo de muestran en la Tabla 12.

Tabla 12. Ingresos mensuales obtenidos por pepena (grupo 2)

Materiales recuperados	Precio de compra (pesos/kg)	Peso (kg/mes)	Ingresos promedio (pesos/mes)
PET	3.50	2,320.00	8,120.00
Cartón	1.00	1,640.00	1,640.00
Vidrio*	0.22	9,088.00	1,988.00
Aluminio	15.00	134.00	2,010.00
Plástico soplado (HDPE)	3.00	360.00	1,080.00
Hojalata (acero-estaño)	1.00	160.00	160.00
Total			14,998.00

*La venta de vidrio se realiza por bultos o costales, sin embargo se tomó un peso promedio 32 kg/bulto
 Nota: los valores se consideran promedios ya que los ingresos pueden variar en función de otro tipo de subproductos recuperados
 Elaboración propia con datos de pepenadores y trabajadores del sistema de recolección

En el caso de la pre-pepena los ingresos mensuales son menores (Tabla 13), sin embargo, estos se complementan con las propinas obtenidas por el servicio de recolección.

Tabla 13. Ingresos mensuales obtenidos por pre-pepena

Materiales recuperados	Precio de compra (pesos/kg)	Peso (kg/mes)	Ingresos promedio (pesos/mes)
PET	3.50	700.00	2,450.00
Cartón	1.00	4,800.00	4,800.00
Aluminio	15.00	110.00	1,650.00
Total			8,900.00

Nota: los valores se consideran promedios ya que los ingresos pueden variar en función de otro tipo de subproductos recuperados
 Elaboración propia con datos de pepenadores y trabajadores del sistema de recolección

De acuerdo a los datos obtenidos los ingresos mensuales por la venta de materiales por pepena y pre-pepena son de aproximadamente \$34,906.00 y \$8,900.00 respectivamente. Es decir, actualmente los ingresos obtenidos por este sector son de \$43,806.00 mensuales.

En el caso de la pepena, se tiene un ingreso promedio por trabajador de \$3,173.00 mensuales, que, si bien es un ingreso bajo, hay una tendencia positiva que se debe a que algunas características distintivas de este sector se han venido transformado.

En el año 2009 se estimaba que el ingreso mensual para este sector era de \$1,805.00 mensuales, considerando una jornada diaria de 10 horas cada una (Villanova, 2012), por otra parte un estudio realizado en el año 2008 sobre la pepena informal en 15 tiraderos o rellenos sanitarios ubicados en 12 estados de México, muestra que cerca del 70% de los pepenadores obtenía ingresos que pueden ser calificados como precarios, sin embargo lo cierto es que también para este año al menos 11% de los pepenadores decía ganar cuatro salarios mínimos diarios (SMD) y un 19% más de cinco SMD (en dicho año el SMD fue de 49 pesos, zonas A,B,C) (Cervantes & Palacios, 2012), es decir entre 5,880 y 7,350 pesos mensuales respectivamente.

En este sentido se puede concluir que lo que durante décadas se consideró una actividad que lograba ingresos precarios, hoy en día tiende a volverse una forma de vida y con cada vez mayor potencial económico.

4. Conflictos

En primer lugar, existe un conflicto interno entre los dos grupos de pepenadores ubicados en el sitio de disposición, ya que, tratándose de un municipio guiado en muchos sentidos por los usos y costumbres, no es bien visto que personas ajenas al municipio trabajen en el sitio. Aunado a esto, la presencia del grupo externo ha propiciado el robo de materiales recuperados entre los mismos grupos, así como discusiones sobre la distribución de camiones.

Por otra parte, han surgido conflictos con las diferentes administraciones municipales, principalmente por la falta de apoyo para la vigilancia del lugar ya que esto propicia que la población que acude al sitio a disponer los residuos no lo haga en los lugares establecidos e incluso se lleguen a disponer residuos de manejo especial o peligrosos.

“La gente viene y tira en donde quiere, a veces en los caminos, ni siquiera llegan a la celda. Nosotros tratamos de decirles en donde tirar, pero los fines de semana o por las noches la gente viene a tirar en donde quiere [...]” (Francisco Puebla de los Santos, 2017)

“Nos venían a tirar basura de otros lados y hay gente que por una cantidad se presta a traer basura de otros lados y alguien estuvo trayendo del ISSSTE. Un día me encontré varias bolsas y las empecé a abrir y había suero, mangueras con sangre, todo el equipo de venoclisis, todo eso de quirófano [...]” (Paulino Puebla de los Santos, 2017)

Otro conflicto que se presenta es debido a la recuperación de materiales que se da por los trabajadores del servicio de recolección, ya que el volumen que llega al sitio se ve reducido por esta pre-pepena.

Finalmente, es importante mencionar que a pesar de los beneficios ambientales que se derivan de la recuperación de materiales, tales como los ingresos económicos que se obtienen por su venta y la disminución en el volumen de residuos; esta actividad representa un riesgo potencial por los problemas de salud que puede provocar en los trabajadores.

Este riesgo se incrementa por las condiciones de trabajo y la falta de equipo de protección tanto en la pepena como entre los trabajadores del servicio de recolección. En la Figura 23 se pueden observar las condiciones laborales de este sector, lo que trae como consecuencia un riesgo alto de cortaduras y enfermedades gastrointestinales entre los trabajadores.



Figura 23. Condiciones laborales del sector informal

VI.1.3 Hogares

El manejo de RSU en los hogares se analizó en 5 categorías: identificación de problemáticas ambientales, manejo de los residuos en los hogares, recolección y disposición final, evaluación del servicio de limpia municipal y participación.

Los resultados se muestran para las localidades de Huitzilac, Tres Marías, Fraccionamientos y parajes, Coajomulco y Fierro del Toro, así como a nivel municipal. Como se describió en la metodología se determinó un tamaño de muestra de 253 viviendas, sin embargo, como se muestra en la Tabla 14, se aplicaron un total de 314 cuestionarios, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 14. Cuestionarios aplicados por localidad

Localidad	Cuestionarios aplicados
Huitzilac	106
Tres Marías	102
Fraccionamientos y parajes	58
Coajomulco	40
Fierro del Toro	8

1. Identificación de problemáticas ambientales

Como se observa en la Figura 24, el 57% de la población encuestada identifica el tema de la basura como el principal problema ambiental de su localidad, seguido por la falta de agua con un 33% de las menciones.

Particularmente en el caso de Coajomulco y Fierro del Toro, la problemática principal se encuentra asociada a la falta de agua que como se comentó anteriormente son comunidades con el índice de marginación más alto por lo que la población en su mayoría carece de este servicio.

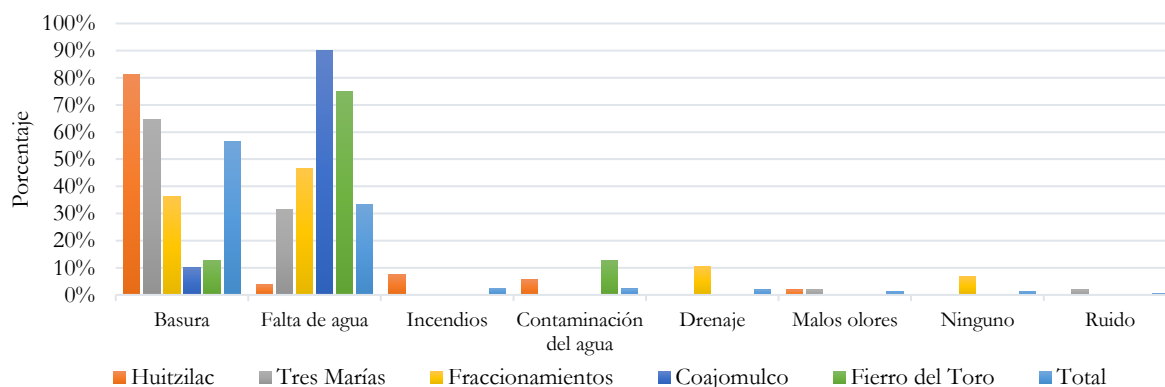


Figura 24. Principales problemáticas ambientales identificadas por localidad

2. Manejo de residuos en el hogar

El barrido de calles realizado es una práctica común en la totalidad de las localidades (Figura 25), ya que como se comentó anteriormente, el servicio de barrido ofrecido por la dirección de servicios municipales se limita a plazas y esporádicamente a caminos y/o avenidas principales.

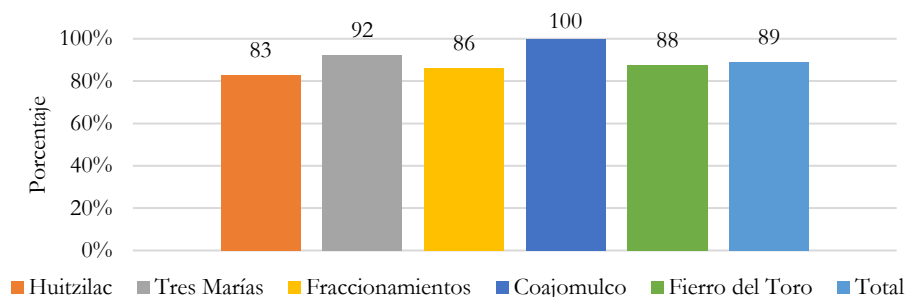


Figura 25. Barrido de calles por localidad

Como se observa en la Figura 26, a nivel municipal, el 51% de los hogares encuestados realiza la separación de residuos, sin embargo, en la localidad de Coajomulco dicha actividad es realizada por el 90% de los hogares.

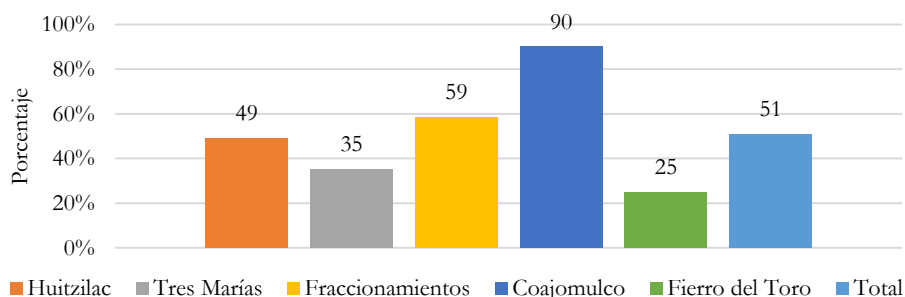


Figura 26. Separación de residuos en la fuente de generación

La separación de residuos es en su mayoría específica (61%) en el sentido de que se recuperan plásticos, aluminio, cartón y vidrio (Figura 27). Esto se debe a que en este caso el material no se entrega al camión recolector, sino que se realiza la venta directa del material en una empresa de compra de residuos reciclables ubicada en la localidad de Tres Marías o bien con empresas de acopio y reciclaje de envases como ECOCE A.C que a través de una unidad móvil visita las diferentes localidades y canjea los residuos por productos básicos.

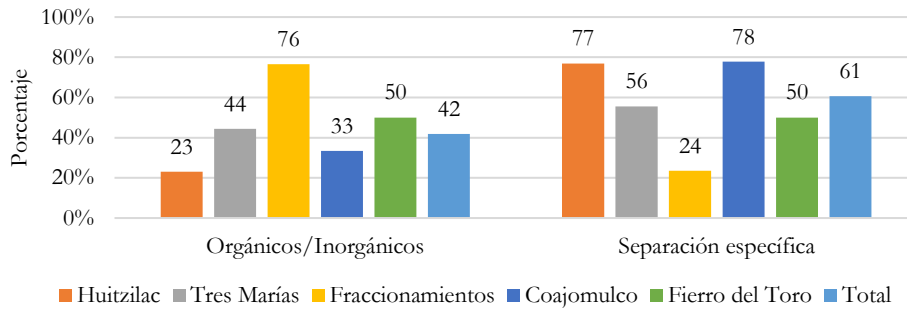


Figura 27. Separación (Tipo)

Si bien, es importante la separación, el uso alternativo que se le puede dar a los residuos antes de desecharlos es un aspecto relevante para la reducción de la generación. Como se observa en la Figura 28 este uso alternativo a nivel municipal es bajo, con un 18%, y se limita en la mayoría de los casos al uso del material orgánico como alimento para ganado y en menor medida al reúso de envases plástico.

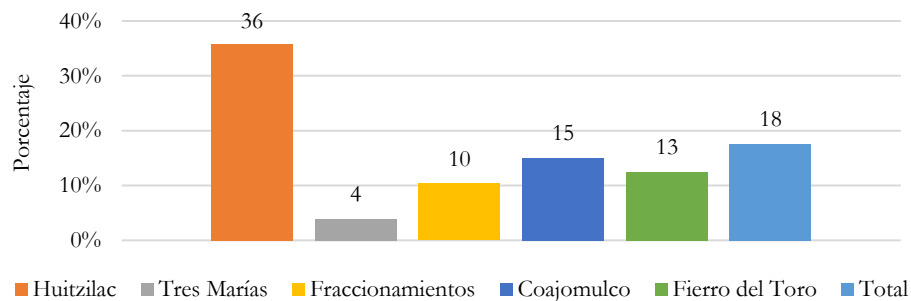


Figura 28. Uso alternativo de residuos antes de desecharlos

Un uso alternativo del material orgánico es precisamente la composta, la cual se realiza en el 33% de los hogares encuestados; en el caso de la localidad de Coajomulco, como se observa en la Figura 29, el porcentaje se eleva hasta el 70% lo cual está relacionado también con el elevado porcentaje en la separación de residuos.

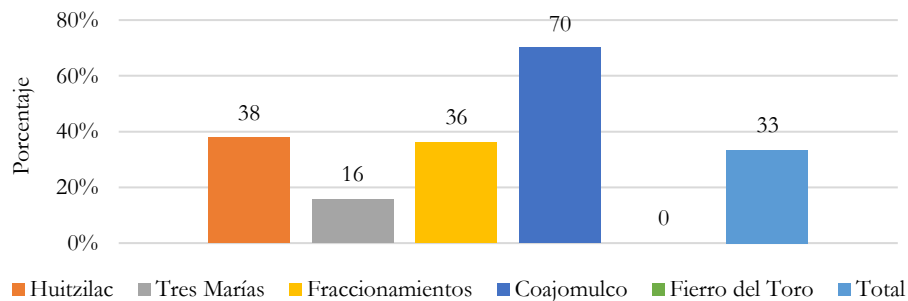


Figura 29. Hogares que realizan composta

3. Recolección y disposición final de RSU

De acuerdo a los resultados obtenidos, la cobertura del servicio de recolección es del 97%, siendo la localidad de Coajomulco y Fraccionamientos los que presentan un porcentaje menor al promedio.

En el caso de Coajomulco, la cobertura se limita por la falta de caminos en algunas zonas de la localidad, en el caso de los Fraccionamientos, la cobertura se ve relacionada directamente por la presencia de parajes y/o pequeños asentamientos, algunos de reciente creación y dispersos, lo que influye en la prestación de los servicios municipales. La cobertura de recolección para cada localidad se muestra en la Figura 30.

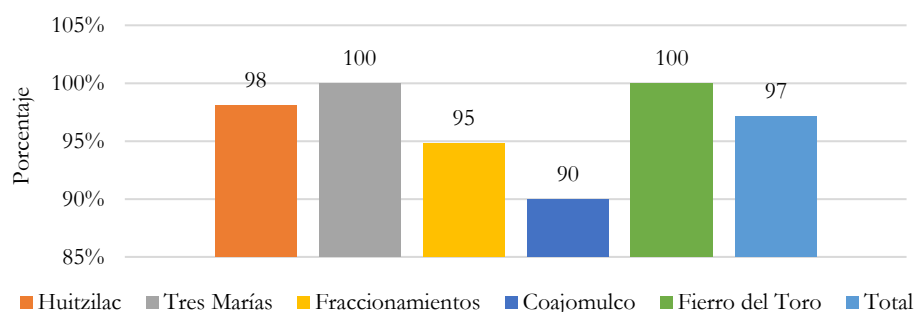


Figura 30. Cobertura de recolección

Si bien, la frecuencia de recolección en todas las localidades es semanal (83% de los casos encuestados), como se puede observar en la Figura 31, en algunos casos el servicio es irregular lo cual influye en la percepción que se tiene el servicio de limpia municipal ya que pueden llegar a pasar periodos mayores a 2 semanas sin servicio de recolección.

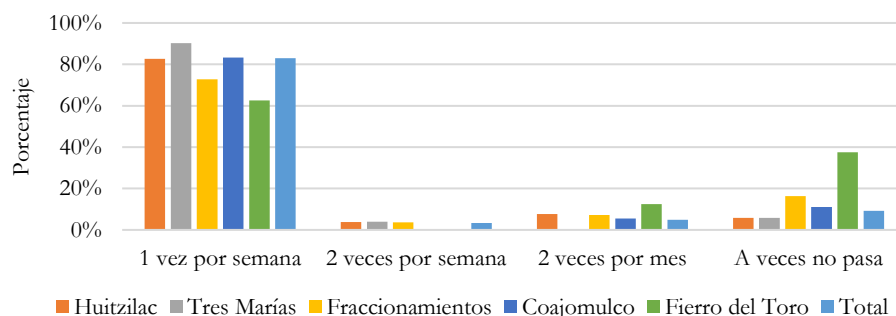


Figura 31. Frecuencia de recolección

Esta variabilidad en el servicio de recolección, la falta de cobertura en algunas localidades como Coajomulco y Fraccionamientos, así como el hecho de que el servicio de recolección no realiza el

manejo de los residuos de jardín (ramas, pastos, etc.), ha dado lugar a que la población asuma las actividades de disposición de sus residuos.

El problema de estas deficiencias en el servicio de limpia da lugar a prácticas tales como, la disposición de RSU en barrancas y lotes baldíos o bien la quema de los mismos, lo que trae consigo otro tipo de efectos ambientales.

En este sentido, en la Figura 32 se puede observar que el 49% de estos hogares realizan la quema de residuos, principalmente las localidades de Coajomulco y Fierro del Toro.



Figura 32. Quema de residuos

En Figura 33, se observa que únicamente en el caso de los Fraccionamiento se paga por la recolección o bien la disposición se realiza en otras ciudades como la Ciudad de México y Cuernavaca, ya que como se ha comentado particularmente en esta localidad existe una población flotante proveniente de estas zonas.

En el 27% de los casos la disposición se realiza personalmente en el sitio de disposición final, sin embargo, como se ha comentado en apartados anteriores, la falta de vigilancia dificulta el control de los residuos depositados, así como los sitios destinados para tal fin.

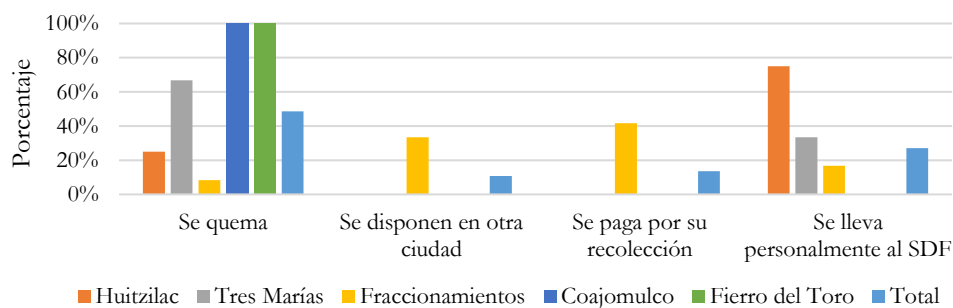


Figura 33. Prácticas de disposición final

Finalmente, como se observa en la Figura 34, se identificó que el 58% de los hogares encuestados tienen conocimiento de la ubicación del sitio de disposición final, particularmente los hogares ubicados en las localidades de Huitzilac y Tres Marías por su cercanía con el sitio, sin embargo, en la mayoría de los casos se desconocen las condiciones de disposición final de los residuos y los impactos ambientales que actualmente genera su manejo.

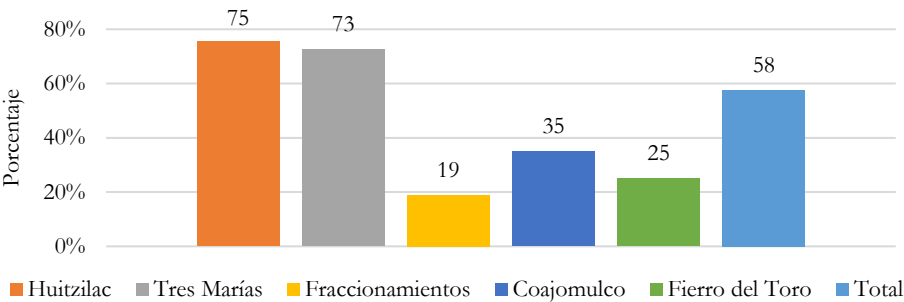


Figura 34. Conocimiento de la ubicación del sitio de disposición final

4. Evaluación del sistema de limpia municipal

Se ha descrito en términos operativos el servicio de recolección, sin embargo, la evaluación de la población respecto a la actitud de los empleados es un elemento clave que influye en la percepción de la eficiencia del sistema de limpia municipal.

En este sentido, como se observa en la Figura 35 el 36% de la población califica como buena la actitud de los empleados, mientras que un 45% la califica como regular y un 20% como mala ya que el comportamiento de los empleados se ve determinado por el monto de propina que se entrega al momento de la recolección.

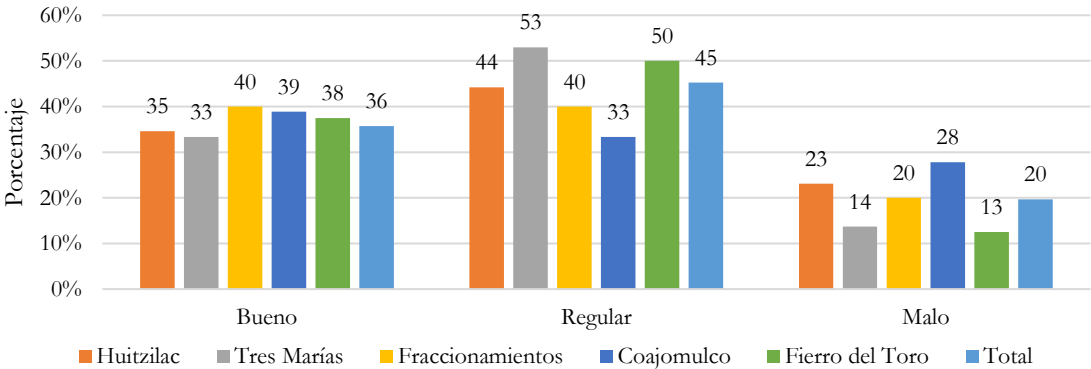


Figura 35. Calificación de la actitud de los empleados del servicio de recolección

Respecto a la calificación de servicio de limpia municipal este se califica en su mayoría (49%) como malo, particularmente en las comunidades de Tres Marías y Fraccionamientos. En general esta calificación se encuentra asociada a la falta de barrido en espacios públicos, así como la irregularidad en la frecuencia del servicio de recolección tal y como se observa en la siguiente Figura.

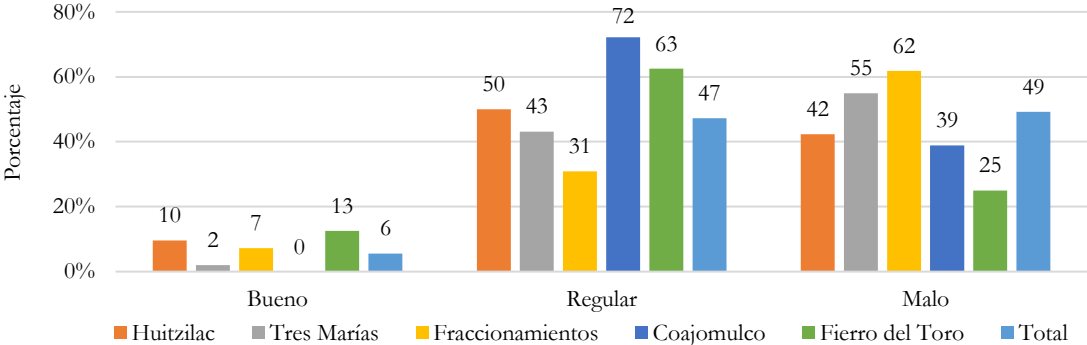


Figura 36. Calificación del servicio de limpia municipal

5. Participación

Toda política que tenga el objetivo de lograr una mejora en el manejo de los RSU requiere de una estrategia que permita la participación efectiva de todos los actores sociales, particularmente de la población como generadores de residuos.

Considerando la participación de la población desde una perspectiva económica, se analizó la disposición de la población a realizar un pago mensual por mejorar el servicio de limpia, recolección y transporte de residuos.

Como se puede observar en la Figura 37, el 62% de los encuestados estaría dispuesta a realizar este pago, particularmente en Fraccionamientos, Huitzilac, y Tres Marías, mientras que en las localidades de Coajomulco y Fierro del Toro únicamente el 25% de los encuestados estaría dispuesta a realizar este pago, lo cual está asociado entre otros factores al nivel socioeconómico de estas localidades.

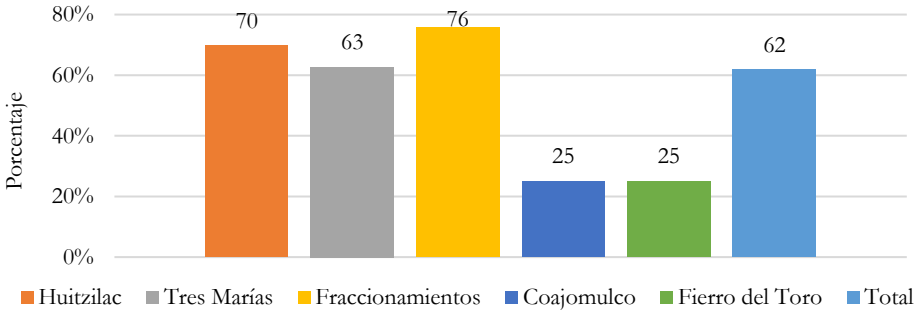


Figura 37. Disposición a realizar un pago mensual por la mejora del servicio del limpia municipal

Esta influencia en el nivel socioeconómico también se ve reflejada en el rango del pago mensual que se está dispuesto a pagar, como se observa en la Figura 38, en el caso de las localidades de Coajomulco y Fierro del Toro se considera que el pago debería de ser menor a 20 pesos mensuales, en Huitzilac y Tres Marías el pago se incrementa hasta 50 pesos mensuales, mientras que en los Fraccionamientos el pago se incrementa hasta los 100 pesos mensuales. Únicamente en dos encuestas se consideró que el pago debería de estar en función del volumen de generación.

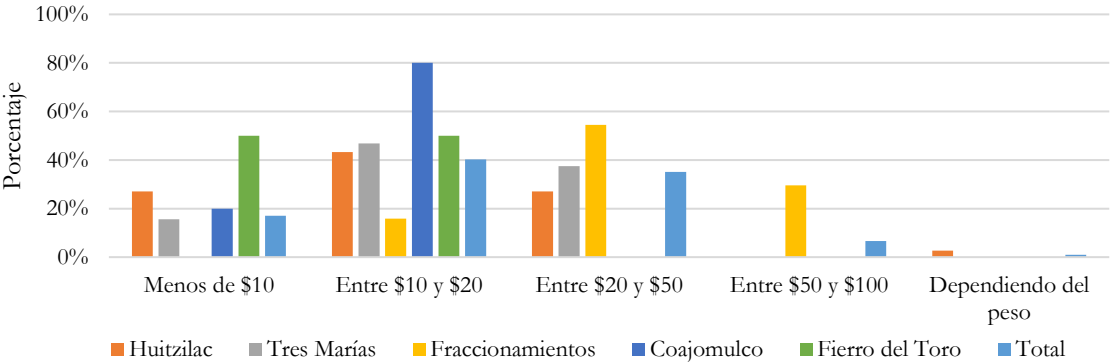


Figura 38. Rango de pago mensual por la mejora del servicio de limpia municipal

Por otra parte, la participación de la población respecto a la separación de residuos y su disposición a realizar un cambio que contribuya a implementar en un futuro un método de recolección diferencial es positiva. En la Figura 39 se observa que el 91% de los encuestados estarían dispuestos a realizar la separación de sus residuos.

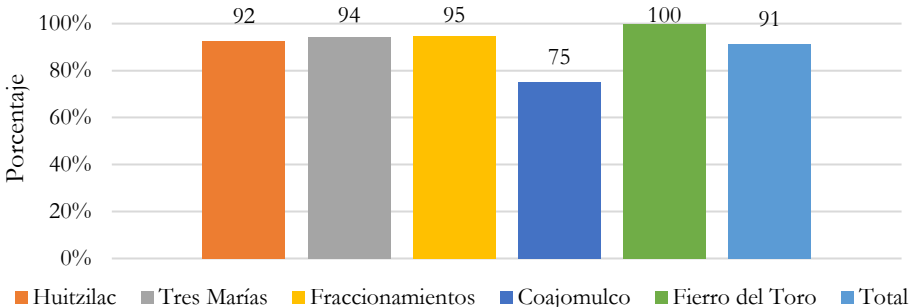


Figura 39. Disposición a realizar separación de RSU

Finalmente, el interés de la población por aprender sobre el uso alternativo que puede darse a sus residuos puede impulsar en un futuro la participación en un programa que favorezca el adecuado manejo de los residuos en el hogar.

De acuerdo a la Figura 40, un 85% de los encuestados estarían dispuestos a aprender más del tema, sin embargo, impulsar la participación de la población implica una estrategia de comunicación en

donde las percepciones de los beneficios obtenidos por un cambio en las prácticas de manejo sean equiparables con los recursos (tiempo, esfuerzo) que pueden invertirse en actividades como talleres, cursos, campañas, etc.

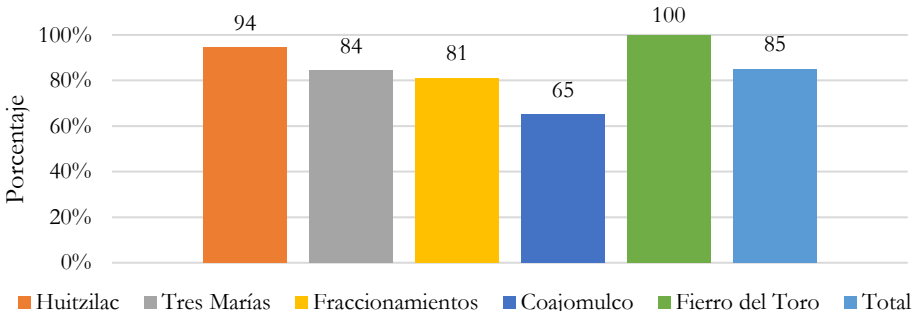


Figura 40. Interés por aprender sobre el uso alternativo de los RSU

CAPÍTULO VII

PROPUESTA DE PROGRAMA PARA EL MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS

De acuerdo a los resultados obtenidos en las entrevistas realizadas a personal del Servicio de Limpia Municipal, actores del sector informal y hogares se presentan de manera general algunos aspectos que podría mejorar el actual esquema de manejo de RSU en el municipio e impulsar en un futuro el diseño de un Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos.

La implementación de cada una de estas medidas implicaría realizar un análisis detallado para determinar la disponibilidad de recursos humanos, económicos y operativos; así como definir de manera clara y precisa los alcances, objetivos y mecanismos de implementación.

VII.1. Modificación de marco jurídico

La reglamentación municipal se convertirá en una herramienta que ayudará al diseño e implementación de acciones que impulsen la gestión integral de residuos, además de que permitirá definir reglas claras y precisas que amplíen la capacidad de gestión municipal.

El primer elemento a considerar es que actualmente la legislación municipal en materia de manejo de residuos se limita a algunos aspectos que se consideran en el Reglamento de Ecología y Protección Ambiental, en dónde, una de las principales deficiencias se encuentra en la regulación de la disposición final de los residuos, además de que no existe un Reglamento de Limpia Municipal en donde se establezcan los lineamientos para la prestación del servicio, la delimitación precisa de los componentes del manejo, así como aspectos que permitan impulsar la reducción de la generación, tratamiento y valorización de residuos.

El marco jurídico municipal es perfectible y por lo tanto se debe de mantener en constante actualización, sobre todo porque debería de responder a las necesidades del municipio y contribuir al adecuado manejo de los residuos. Por esta razón, los instrumentos jurídicos que se recomienda ser modificados son:

- **Bando de Policía y Buen Gobierno:** en este instrumento se establecen las faltas e infracciones, así como las autoridades encargadas de sancionar las mismas y el procedimiento que debe de seguirse para tal fin, si bien su aplicación debiera de ser más expedita ya que la califica el juez de paz, lo cierto es que la operatividad de las infracciones en materia de residuos es nula, por lo que se requiere generar mecanismos de vigilancia y procedimientos administrativos a nivel interno para la aplicación de dicha reglamentación.

Además de la regulación de la disposición final se requiere incluir aspectos sobre el servicio de limpia, recolección y tratamiento de residuos en donde se establezcan las obligaciones generales del área encargada para tal fin.

Finalmente, si se implementará un programa de recolección diferenciada se podría incluir dentro de esta normatividad el tipo de separación y los mecanismos para su recolección.

- **Reglamento de Ecología y Protección Ambiental:** siendo este reglamento la base para la prevención de la contaminación y protección del ambiente, se requiere realizar su actualización. La última modificación de este reglamento fue realizada en el año 2001, por lo que no se incluyen los lineamientos derivados de la LGPGIR, además de que no existe por lo tanto un vínculo o complementariedad con otros instrumentos normativos del municipio, los cuales generalmente se actualizan cada periodo administrativo.

Por ejemplo, en este reglamento se establece como responsabilidad del área de Ecología el barrido, recolección y transporte y disposición final de residuos, mientras que en el Reglamento de Gobierno y de la Administración Municipal se especifica como una atribución del área de Servicios Públicos. Por otra parte, se mencionan aspectos como la composta municipal o categorías de clasificación de residuos que en realidad son actividades que no se operan en el municipio.

- **Reglamento de Gobierno y de la Administración Municipal:** para favorecer la transectorización en el manejo de los residuos se podría hacer obligatorio para las diferentes áreas administrativas el control de los residuos generados por las actividades propias de su ámbito de competencia.

Por otra parte, en dicho reglamento no se establecen las atribuciones de la Dirección de Desarrollo Ambiental y Ecología, es decir actualmente el municipio no cuenta con un marco jurídico que delimite las funciones administrativas y competencias del área, lo que directamente contraviene en la aplicación de la normatividad ambiental.

VII.2 Separación y valorización de residuos sólidos urbanos

De acuerdo a los datos obtenidos por el sector informal, actualmente hay una recuperación aproximada de 18 toneladas mensuales de materiales valorizables, sin embargo, la implementación de un programa recolección diferenciada en donde se impulse la separación de residuos en la fuente, permitiría incrementar los volúmenes de recuperación de materiales, así como disminuir los impactos ambientales generados por su disposición final ya que solo se recupera un 5% del total de los RSU generados en el municipio.

En la siguiente Figura se presenta de manera esquemática el sistema de manejo actual y la propuesta que permita incorporar la recolección diferenciada de residuos en el municipio.

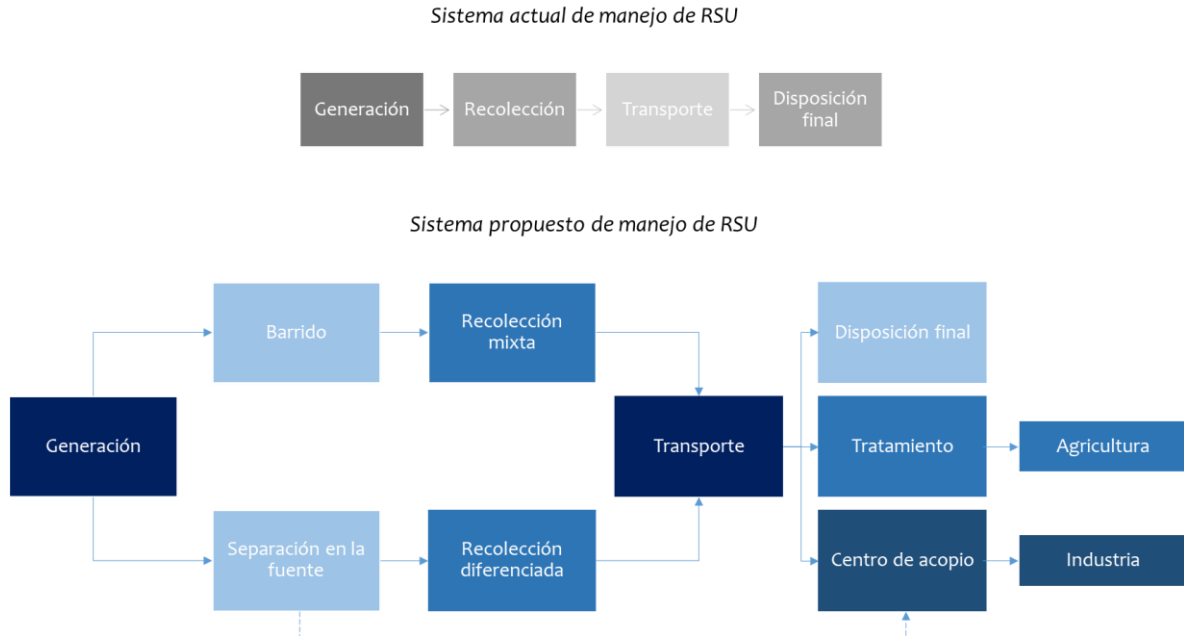


Figura 41. Esquema actual y propuesta de manejo de RSU en el municipio

Los principales aspectos que detonarán la implementación de programa de separación son la aceptación y participación de la población y grupos o actores clave en el municipio; en este sentido,

considerando que el 91% de la población estaría dispuesta a realizar la separación de sus residuos, a continuación, se plantean los aspectos a considerar para el diseño de un programa que impulse la separación de los residuos en la fuente de generación:

VII.2.1 Planeación

La primera consideración para implementar un programa de manejo de residuos en el municipio, es la elaboración de un diagnóstico como base del diseño del sistema de recolección diferenciada.

La presente investigación contribuye al cumplimiento de dicho fin, ya que permitió identificar y analizar los componentes del sistema, cuantificar equipo de trabajo, así como valorar la disponibilidad de las diferentes localidades hacia la implementación de un programa de recolección diferenciada, sin embargo, únicamente se realizó una estimación del material que actualmente es recuperado por el sector informal, por lo que resulta necesario realizar un diagnóstico que permita definir generación, peso volumétrico y composición de RSU, de acuerdo a la metodología establecida en las Normas Mexicanas.

A continuación, se describe de manera general el procedimiento de diagnóstico:

- **Generación:** de acuerdo a la NMX-AA-061-1985 se entiende por generación a la cantidad de residuos sólidos originados por una determinada fuente en una unidad de tiempo. Este parámetro se obtendrá con base en la generación promedio de residuos sólidos por habitante, medido en kg/hab-día, a partir de la información obtenida de un muestreo estadístico aleatorio en campo, con una duración de ocho días. Las viviendas serán seleccionadas de manera aleatoria y una vez que sean identificadas físicamente se visitará a los habitantes para recabar la información de la cedula de encuesta de campo anexa en la Norma Mexicana antes citada. Diariamente durante 7 días se entregará una bolsa para que se almacenen los residuos generados en las siguientes 24 horas y se procederá a pesar cada elemento. Para obtener el valor de generación per-cápita de residuos sólidos de cada elemento se sumará el total y se dividirá entre siete.
- **Composición:** de acuerdo al método de cuarteo descrito en la Norma Mexicana NMX-AA-15-1985, se tomarán las bolsas que contienen los residuos sólidos resultado del estudio de generación para formar un montón sobre un área plana horizontal. Una vez homogeneizado, se divide en cuatro partes aproximadamente iguales y se eliminan las partes

opuestas, repitiendo la operación hasta dejar un mínimo de 50 kg de residuos con los cuales se realizará la selección de subproductos de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-AA-22-1985.

- **Peso volumétrico in situ:** de acuerdo a la Norma Mexicana NMX-AA-19-1985 la determinación se realiza con un recipiente de 200 litros, el cual se llena hasta el tope con residuos homogeneizados obtenidos de las partes eliminadas del primer cuarteo según la Norma Mexicana NMX-AA-15-1985. Para obtener el peso neto de los residuos se pesa el recipiente con estos y se resta el valor de la tara.

Una vez realizado el diagnóstico, el procedimiento para realizar la separación desde la fuente se basa en cuatro criterios principales (GIZ, 2012): la clasificación, determinación, especificación, adecuación y complementos.

a) Clasificación (por fuente de generación)

Las fuentes de generación y fracciones son el fundamento de quién, dónde y cuáles son los residuos que se separan. En el municipio se pueden identificar dos tipos de fuentes generadoras de RSU.

- Doméstica: Viviendas unifamiliares
- Comercial: Restaurantes, mercados, escuelas, centros gubernamentales

Respecto a la definición de fracciones, se deberán considerar los siguientes aspectos:

- Los datos más recientes del municipio⁷, indican una mayor generación de residuos orgánicos y una menor de metal y papel.
- De acuerdo a los datos obtenidos en el análisis del sector informal, a pesar de la recuperación previa de materiales que se pueda dar en los hogares, los materiales mayormente recuperados en peso son cartón y PET; sin embargo, considerando los ingresos obtenidos por su venta también se puede incluir el plástico soplado (HDPE) y aluminio.

Considerando estos aspectos, se podría realizar una separación secundaria, sin embargo, por la disponibilidad y condiciones actuales de los vehículos de recolección se recomienda realizar un nivel

⁷ Corporación Hidro Industrial S.A. de C.V, *Diagnóstico básico de manejo de residuos sólidos urbanos*. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, H. Ayuntamiento de Huitzilac, Morelos.

de separación primaria⁸, incluyendo los residuos sanitarios, que, si bien son residuos de tipo biológico infecciosos, lo cierto es que en los hogares se disponen de manera normal en el vehículo de recolección, mezclados con otros residuos.

Tabla 15. Separación primaria

Residuos Sanitarios	Papel sanitario, pañales, desechables, toallas sanitarias, algodones de curación, pañuelos desechables, rastrillos y cartuchos de rasurar, preservativos, utensilios de curación, jeringas desechables, excretas de animales, colillas de cigarro, aceite comestible, fibras para aseo, residuos domésticos peligrosos.	Rojo
Residuos Orgánicos	Restos de comida, cáscaras de frutas, verduras y hortalizas, cascarón de huevo, cabello y pelo, restos de café y té, filtros de café y té, pan y su bolsa de papel, tortillas, bagazo de frutas, productos lácteos, servilletas con alimento, residuos de jardín, pasto, ramas, tierra, polvo, ceniza y aserrín, huesos y productos cárnicos.	Amarillo
Residuos Inorgánicos	Papel, periódico, cartón, plásticos, vidrio, metales, textiles, maderas procesadas, envases de tetra-pack, bolsa de frituras, utensilios de cocina, cerámica, juguetes, calzado, cuero, radiografías, cd's y cartuchos para impresoras y copiadoras.	Gris

b) Determinación

Esta etapa considera la población objetivo al momento de iniciar el programa de separación. En el municipio esta población está determinada por la cobertura de las rutas de recolección que actualmente es cercana al 98%.

c) Especificaciones

Las especificaciones son fundamentales para el programa ya que establecen para cada fracción a separar lo que se debe hacer, desde la fuente hasta la entrega al sistema de recolección a fin de potencializar la valorización de los materiales.

En este sentido, los recipientes utilizados para separar y almacenar las categorías de los RSU, deben de cumplir de preferencia con lo siguiente:

- a) No desechables
- b) Etiquetados con el nombre de la fracción o diferenciados por el código de color (Tabla 16)
- c) Cerrados
- d) Forma cilíndrica de fácil limpieza o alguna otra forma con vértices redondeados
- e) De tapa con ajuste y sello, de fácil remoción que no dificulte el proceso de vaciado

⁸ Acción de segregar los residuos sólidos urbanos en orgánicos e inorgánicos (SEMARNAT, 2015)

- f) Resistentes
- g) Ligero que faciliten su carga por una sola persona

Los residuos clasificados deberán ser entregados al sistema de recolección considerando al menos uno de los siguientes criterios:

- Bolsa transparente o translúcida que permita identificar plenamente los residuos contenidos clasificados de acuerdo a la separación
- Contenedores o bolsas con los colores establecidos
- Bolsas sin ninguna característica partículas pero que cuente con el uso de una tira clasificadora en la parte superior o bien una etiqueta que identifique los residuos contenidos y previamente clasificados

Tabla 16. Entrega de residuos separados

Tipo de residuos	Color de identificación	Entrega
Residuos sanitarios	Rojo	Deberán ser entregados al servicio de recolección en tanto no se establezca un plan de manejo para este tipo de residuos.
Residuos orgánicos	Amarillo	Las ramas provenientes de poda o áreas verdes, no deberán exceder la medida establecida por la normatividad municipal (Reglamento de Limpia Municipal).
Residuos inorgánicos	Gris	Estos residuos deberán ser entregados enjuagados y escurridos, aplastados o cortados a fin de disminuir su volumen.

a) Adecuaciones

La implementación de un programa de separación en la separación en la fuente, tendrá un impacto en prácticamente todos los elementos del sistema de manejo integral, en aspectos operativos, administrativos y presupuestarios; sin embargo, permite hacer más eficiente el manejo de los residuos, disminuir costos e impactos ambientales. En este sentido los aspectos que tendrían que adaptarse para tal fin son:

- **Recolección.** La recolección debe rediseñarse desde el método y las rutas, considerando la infraestructura con la que se cuenta. No son necesarios camiones con espacios separados para recolección, pero si se cuenta con ellos son de gran utilidad.
- **Transferencia y transporte.** Además de la infraestructura, en este aspecto es relevante considerar la logística que permita transportar los residuos separados de forma que el costo-beneficio sea positivo o al menos sean iguales los costos e ingresos por venta de materiales.

- Tratamiento. La infraestructura para el tratamiento es indispensable particularmente para los residuos orgánicos tratables (plantas de composta, biodigestores, etc.).
- Valorización. Se debe de contar con centro de acopio y/o centro de selección para los residuos inorgánicos reciclables que a su vez deben de contar con un mercado para su comercialización, por lo que es importante realizar un listado de proveedores de servicios, preferiblemente autorizados por el municipio y la Secretaría de Desarrollo Sustentable del estado de Morelos.
- Aprovechamiento. El producto derivado de residuos orgánicos puede ser comercializados como fertilizante y mejorador de suelos, o bien ser aplicado en zonas recreativas y/o productivas.

Finalmente se debe contar con los elementos legales que fortalezcan la implementación de un programa de separación, por lo tanto, además de las adecuaciones mencionadas en el apartado anterior se deberá integral de manera formal el Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PMPGIRS), a fin de llevar a cabo modificaciones particulares en el Bando de Policía y Buen Gobierno, Reglamento de Ecología y Protección Ambiental y Reglamento de Limpia, haciendo obligatorios al menos los siguientes criterios:

- Separar, reducir, minimizar o evitar la generación de los residuos conforme el PMPGIRS;
- Hacer uso de los instrumentos mencionados en el PMPGIRS para realizar la separación, clasificación y valorización de los residuos;
- Fomentar la valorización de los residuos a través de su reutilización y reciclaje;
- Barrer diariamente las banquetas, andadores y pasillos y mantener limpios de residuos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, a efecto de evitar contaminación y molestias a los vecinos;
- Cumplir con las disposiciones específicas, criterios y recomendaciones técnicas del PMPGIRS;
- Almacenar los residuos con sujeción a lo establecido en el PMPGIRS y demás criterios ambientales, para evitar daño al ambiente, a terceros y facilitar la recolección selectiva;
- Hacer del conocimiento de la autoridad estatal o municipal cualquier hecho, acto u omisión que puedan producir cualquier violación a lo establecido en el PMPGIRS; VII.2.2 Comunicación social.

Para el desarrollo de esta etapa se propone la elaboración de estrategias basadas en el texto Comunicación y Educación para el Desarrollo Sostenibles (CEDS) (Solano, 2009), en donde bajo el enfoque que proporciona el marketing social se construye un instrumento para generar conocimientos, actitudes y prácticas para incentivar la participación ciudadana en los procesos de desarrollo.

En este caso se busca que el público objetivo realice un cambio en su conducta para que adopte la práctica de separar los residuos en el hogar, sin embargo, es un instrumento que permitirá identificar diferentes problemáticas asociadas al manejo de los residuos por lo que pueden surgir diversas acciones que finalmente contribuirán a lograr una gestión integral de los RSU en el municipio. En la Figura 42, se describe en el proceso general para realizar las acciones de CEDS:

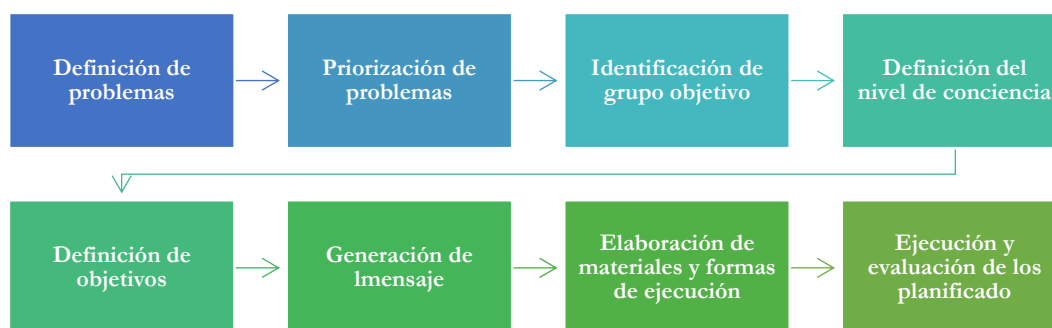


Figura 42. Proceso general para realizar las acciones de CEDS (Solano, 2009)

- a) **Definición de problemas:** se requiere identificar los problemas asociados al manejo de los residuos, pero no solo a partir de lo que el gobierno municipal considera sino definirlos de manera colectiva, lo que permitirá involucrar a la población en la construcción de la solución e impulsar la participación en las acciones resultantes.
- b) **Priorización de los problemas:** si bien hay diversos problemas asociados al manejo de los residuos es necesario priorizar a fin de que no se dispersen recursos, se logren impactos visibles y se logre el objetivo final de dar solución al problema.
- c) **Identificación de grupo objetivo:** es esta etapa se requiere identificar el grupo humano actor relevante que se busca adopte las conductas y acciones deseadas. Si bien, se requiere que la totalidad de la población realice la separación de residuos también es necesario considerar actores relevantes que faciliten la difusión de la estrategia.

- d) **Definición del nivel de conciencia:** esto se reduce a tres posibilidades; no conocen el problema (conocimiento); tienen conocimiento, pero no consideran bueno actuar sobre el problema o eliminarlo (actitud) o no saben qué hacer (práctica).
- e) **Definición de objetivos:** Una vez definidos los conocimientos, actitudes o prácticas, se sabe que se debe hacer: dar conocimiento, generar actitud o mejorar la práctica; lo cual finalmente se traduce en objetivos claros, alcanzables y orientados a la acción. En función de esto también se definen los medios de comunicación a usar, buscando en todo momento generar competencias en el público objetivo para su intervención y participación efectiva.
- f) **Generación del mensaje:** es decir aquello que vamos a tratar de fijar en la mente del público objetivo. Todo lo que se diga o haga en adelante debe ser coherente con el mensaje. No es necesariamente un eslogan, pero sí una idea fuerza que, además, debe ser compartida por el equipo que promueve la acción particularmente el gobierno municipal.
- g) **Elaboración de los materiales y la definición de las formas de ejecución:** en función de los objetivos definidos y los medios de comunicación a utilizar se diseñan los materiales los cuales, deberán ser acordes a las problemáticas, motivar la participación e interiorización de los problemas, así como accesibles para todo el público objetivo.
- h) **Ejecutar y evaluar lo planificado:** analizar el logro de objetivos para lo cual resulta necesario haber definido durante la planeación indicadores y objetivos medibles.

A continuación, se describen algunos de los resultados obtenidos en ésta investigación y que pueden contribuir al diseño de las estrategias de comunicación que impulsen un manejo adecuado de los RSU en los hogares:

- El 57% de los hogares identifica el tema de la basura como el principal problema ambiental de su localidad por lo que es uno de los temas prioritarios para la población y por lo tanto existe un interés común por su solución.
- El barrido de calles por los propios habitantes es una práctica común en el municipio, lo cual refleja una actitud favorable respecto al tema de aseo urbano que se puede impulsar a través de campañas de limpieza.
- El 51% de los hogares realiza la separación de residuos, lo cual refleja un nivel de conocimiento, actitud y práctica favorable en el tema en cerca de la mitad de la población.
- El uso alternativo de los residuos antes de su desecho se limita al uso de material orgánico como alimento para ganado, sin embargo, se pueden dar a conocer otro tipo de tratamientos

para el material orgánico (composteo, biodigestores, etc.) y usos alternativos del material inorgánico que finalmente impulsen una cultura de reusó en la población.

- El 33% de los hogares utiliza el composteo como medio de tratamiento de residuos, sin embargo, a través de talleres prácticos se puede incrementar el uso del composteo.
- La mitad de la población tiene una mala percepción del servicio de limpia municipal lo que impulsa que el 62% de los hogares esté dispuesto a realizar un pago por el servicio.
- El 91% de los hogares estarían dispuestos a realizar la separación de sus residuos, por lo que hay una actitud favorable en la implementación de un programa de separación
- El 85% de la población estaría dispuesta a participar en talleres, cursos o actividades en donde se brinde información y se fomenten prácticas favorables en el manejo de los residuos.

VII.2.3 Implementación y operación

El servicio de limpia deberá garantizar la recolección selectiva de los residuos previamente separados en las fuentes de generación a fin de motivar y mantener activa la participación de la población en el programa, en este sentido se requiere observar las siguientes acciones operativas:

- a) **Recolección selectiva:** en función de los vehículos y el personal disponible se definirán los mecanismos de recolección ya sea por días o rutas diferenciadas. Considerando las condiciones actuales del servicio de recolección no se podrían establecer días diferenciados de recolección, sin embargo, se pueden optimizar las rutas para lograr la cobertura máxima del servicio, en función de los requerimientos de combustibles y los volúmenes de generación.
- b) **Centro de acopio:** los centros de acopio funcionan como sitios destinados al almacenamiento temporal de los residuos separados antes de ser procesados o introducidos a otras cadenas de valor. El municipio no cuenta con centro de acopio, por lo tanto, se recomienda la construcción de un centro en el sitio en donde actualmente se disponen los residuos, ya que existe el espacio y las vías de comunicación para su operación.
- c) **Fortalecimiento de instituciones de largo plazo:** la creación de instituciones que permanezcan en el tiempo asegurarían la operación del programa aún con los cambios administrativos de gobierno. En este sentido se recomienda generar alianzas con las

instituciones educativas del municipio y las organizaciones de la sociedad civil a fin de que se conviertan en actores clave dentro de la operación del programa.

- d) Incorporación del sector informal:** los intereses de los pepenadores deberán ser considerados en el proceso de planeación, en este sentido se recomienda su incorporación al trabajo formal a través del centro de acopio ya sea a través de la formalización de una cooperativa, asociación o micro-empresa. A su vez la formación de alianzas con los diferentes niveles de gobierno puede impulsar la compra de maquinaria y equipo tales como, bandas de selección, trituradoras, compactadoras, etc., lo cual permitirá incrementar el valor en el mercado de los materiales recuperados, así como ayudar a reducir costos de transporte. Dichas acciones requerirán el desarrollo de un estudio detallado de costos en función de las necesidades del municipio y el medio de financiamiento lo cual asegurara la rentabilidad de dichas actividades.

VII.2.4 Monitoreo y evaluación

El monitoreo y evaluación del programa implica determinar los avances y cumplimiento de los objetivos, para ello es necesario analizar la opinión de la población respecto al servicio de limpia, así como generar datos de los volúmenes y pesos de las fracciones recuperadas. Lo anterior con la finalidad de contribuir a la toma de decisiones y la previsión de situaciones adversas.

En este sentido, para esta etapa se recomienda establecer indicadores de desempeño que acompañen cada una de las líneas de acción y que permitan evaluar el cumplimiento de las metas del programa.

En la tabla siguiente se presenta una propuesta de líneas de acción, metas e indicadores:

Tabla 17. Indicadores de desempeño

Línea de acción	Meta	Indicador
Implementación de estrategia de comunicación social en materia de RSU	Reducir la generación de residuos en la fuente	Número de cursos y talleres de educación implementados
		Porcentaje de población que participa actividades (cursos/talleres)
		Generación de RSU per cápita
Establecimiento de centro de acopio para el almacenamiento temporal de RSU	Promover la valorización de RSU	Cantidad de materiales recuperados
	Comercializar la totalidad de residuos valorizables generados en el municipio	Porcentaje de materiales comercializados
		Ingresos obtenidos por venta de materiales recuperados
Capacitación del personal responsable del manejo de RSU	Capacitar al 100% del personal y mejorar la eficiencia de los servicios del municipio respecto al tema	Total de personal capacitado
Construcción de planta de compostaje	Promover la valorización de la fracción orgánica de los RSM a través de plantas de compostaje	Cantidad de producto obtenido/ Cantidad de materia orgánica tratada
Diseño de rutas de recolección en función de la generación de residuos	Incrementar cobertura de recolección	Porcentaje de población atendida
	Incrementar la eficiencia de recolección	Toneladas recolectadas/toneladas generadas
		Toneladas recolectadas/empleado
Implementación de programa municipal de recolección diferenciada	Disminuir costos de operación por manejo de RSU	Costo de recolección por tonelada
		Costo de tratamiento por tonelada
		Costo de disposición final por tonelada
	Disminuir la cantidad de RSU que se destinan a disposición final	Porcentaje de material recuperable recolectado

VII.3 Adecuación de rutas de recolección

Uno de los principales problemas ubicados dentro de los componentes de manejo actual de residuos en el municipio es el referente a la recolección.

Actualmente las rutas de recolección se encuentran diseñadas en función de barrios y/o colonia, es decir no se consideran aspectos como densidad de población, generación y rendimientos de combustible; esta situación ha provocado el servicio de recolección no logre cubrir los recorridos por falta de combustible o por falta de capacidad en los vehículos de recolección.

Si bien, el diseño y número de rutas dependerán del número de vehículos disponibles se presenta una propuesta de macro-rutas a partir de la población y una estimación de generación basada en los

resultados obtenidos del diagnóstico realizado en el 2008 por lo que en caso de realizar la adecuación sería necesario actualizar los datos.

La propuesta se realiza únicamente para las localidades de Huitzilac y Tres Marías ya que presentan la mayor concentración de población y por lo tanto cuentan con un mayor número de rutas de recolección.

Para la localidad de Tres Marías se identificó un primer cuadro en donde se concentran 3,573 habitantes, es decir más del 50% de la población, por lo que los volúmenes de generación son mayores por lo que se recomienda realizar la recolección dos veces por semana en esta zona. En la Figura 43 se pueden observar que uno de los recorridos cubriría 3 de estas zonas (marcadas con el número 1) y otro recorrido una sola zona (marcada con el número 2).



Figura 43. Macro-rutas Tres Marías (recolección dos veces por semana)

En la Figura 44, se muestran 3 rutas para el resto de las zonas, en donde la recolección podría realizarse una vez por semana.

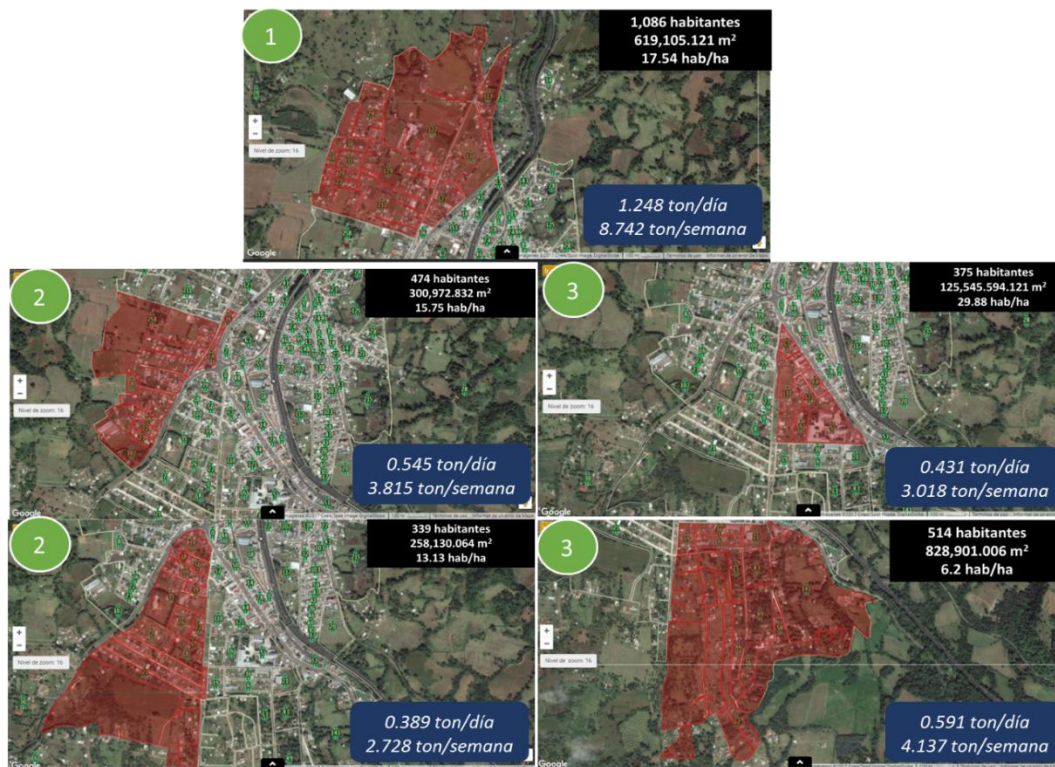


Figura 44. Macro-rutas Tres Mariás (recolección una vez por semana)

Para el caso de Huitzilac se podría mantener el servicio de recolección una vez por semana, sin embargo, se propone realizar los recorridos en función de las zonas ubicadas en la Figura 45.



Figura 45. Macro-rutas Huitzilac

Es importante mencionar que las zonas definidas están en función de la generación de residuos, sin embargo, la definición de micro-rutas deberá realizarse en colaboración con los conductores de los vehículos, ya que finalmente el personal cuenta con el conocimiento de la zona para realizar un recorrido optimo; en este sentido la modificación de rutas de recolección necesitará un análisis más detallado y trabajo en equipo para definir los recorridos no solo en función de la generación sino también considerando los vehículos disponibles, la capacidad de almacenamiento y los requerimiento de combustibles.

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES

El vínculo entre sociedad y ambiente está constituido por diferentes factores, sin embargo, el acelerado crecimiento demográfico aunado a patrones de consumo intensivos y una mala distribución de la población en el territorio ha generado una marcada desigualdad en términos de acceso y uso de los recursos naturales y una fuerte presión sobre el equilibrio natural del ambiente.

El hombre pasó de ser una especie dentro de la dinámica natural de los ecosistemas desde un punto estrictamente biológico, a un agente de cambio que sobrepone su bienestar a través del uso y aprovechamiento irracional del ecosistema y al cual debiera de pertenecer. Uno de los impactos más notables del hombre, ha sido la generación de residuos producto del contexto social, económico, político, tecnológico, cultural y ambiental en el que se desenvuelven las sociedades.

Como se pudo analizar en esta investigación, algunas de las limitantes a las que se enfrenta particularmente el municipio de Huitzilac son la falta de recursos humanos, técnicos y económicos para establecer una política integral en el manejo de residuos que se refleje en la calidad y eficiencia del servicio de limpia.

El personal de esta área desconoce muchos aspectos del manejo de los residuos; no existe una coordinación con el área de Ecología y Protección Ambiental que permita impulsar las acciones de educación ambiental en materia de residuos y por lo tanto el servicio de limpia se limita a la recolección y disposición final de residuos.

Particularmente la disposición final es un caso que requiere especial atención ya que la falta de vigilancia y control, las condiciones de operación y en general las características ambientales del sitio han ocasionado que durante años se estén generando impactos ambientales en el Corredor Biológico Chichinautzin lo cual pareciera no ser importante para las autoridades locales, estatales y federales, ejemplo de esto es que a pesar de la existencia del Plan de Regularización realizado en el año 2008, el sitio de disposición final sigue funcionando de manera irregular, sin tomar en consideración la normatividad ambiental.

Aunado a ello, el actual esquema de manejo y las deficiencias en las políticas ambientales del municipio han impulsado el sector informal en el sitio de disposición final, en donde a pesar de los beneficios ambientales que se derivan de sus actividades de recuperación; es un sector poco reconocido, por lo que las condiciones de marginación, riesgo y exclusión social son aspectos característicos.

Los ingresos obtenidos por la recuperación y venta de materiales de este sector, que van de 600 a 800 pesos semanales por persona han vuelto esta actividad un estilo y forma de vida, sin embargo, es importante incorporar estas actividades al sector formal a fin de mejorar las condiciones de trabajo y reducir los riesgos de salud que de ello se derivan.

Respecto al análisis realizado en los hogares, se pudo observar que la “basura” es uno de los problemas ambientales más importantes que la población identifica, lo que está asociado principalmente a las deficiencias del servicio de recolección; lo cual repercute de manera negativa en la percepción del servicio de limpia del municipio y ocasiona que la población asuma en algunas ocasiones las actividades de limpieza de calles o bien de disposición final, generando con ello mayores impactos ambientales, ya que se realiza la quema de residuos o la disposición en lotes baldíos.

Por otra parte, la separación de residuos es una práctica ya desarrollada en un porcentaje importante de la población, y ya sea que se realice por cuestiones económicas o de conciencia ambiental, es importante considerarlo porque también se asocia a la disposición de la población a participar en un futuro programa de separación de residuos en la fuente.

Bajo este contexto, hay diversos aspectos que requieren mejorarse en el manejo de residuos; aspectos operativos como el barrido, la recolección, las condiciones del sitio de disposición final; aspectos sociales, como las condiciones de trabajo del sector informal, la percepción de la población respecto al servicio de limpia, la falta de acciones que impulsen el adecuado manejo de residuos en el hogar; aspectos institucionales, como la falta de coordinación entre dependencias y aspectos normativos, como la falta de reglamentación en materia de limpia y la nula operatividad de las disposiciones ambientales existentes.

Si bien, es clara la responsabilidad del gobierno municipal como ente regulador en el manejo de los residuos, resulta necesario contemplar otros aspectos y mecanismos a través de los cuales se pueda

impulsar la participación social y reducir los impactos ambientales sobre todo por la disposición final; además de que los principales aspectos que detonarán la implementación de cualquier programa municipal en materia de residuos son la aceptación y compromiso de la población, lo cual está directamente relacionado con la satisfacción y percepción del servicio de limpia.

En este sentido, en la investigación se presentaron de manera general tres propuestas que un futuro pueden contribuir a la elaboración de una estrategia integral en manejo de RSU; la adecuación del marco jurídico, una propuesta de programa de separación y valorización de RSU y la adecuación de rutas de recolección.

En el caso particular de tianguis, mercados y restaurantes se recomienda incluir en el Reglamento de Limpia la obligación de recolectar y realizar la disposición de los residuos en los sitios destinados por el municipio, el traslado por medios propios a las unidades de recolección o bien, establecer convenios con la Jefatura de Limpia y Residuos para llevar a cabo la limpieza o recolección de residuos bajo un esquema de pago debidamente establecido en la Ley de Ingresos del Municipio.

Independiente de las medidas a implementar es importante mencionar se requiere generar información confiable y suficiente sobre la composición, cantidad, fuentes de generación e incluso la influencia de variables socioeconómicas en la generación de residuos, ya que las características de cada una de las localidades que integran el municipio son diferentes.

El manejo de los residuos es una responsabilidad compartida y por lo tanto se requiere generar compromisos entre todos los actores involucrados, particularmente con la población ya no solo se trata de sensibilizar, se requiere comprometer y generar propuestas útiles para la vida diaria que se traduzcan en conocimientos, actitudes y/o prácticas.

Un manejo adecuado de los residuos permitirá disminuir costos de operación, mejorar la calidad y operación de los servicios, aumentar la eficiencia de recolección, los niveles de recuperación de residuos, la adecuada disposición final y por ende los reducir los riesgos de contaminación ambiental; favoreciendo así el desarrollo de la actividad turística del municipio, la inversión pública y privada, así como el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca Guerrero, L., Maas, G., & Hogland, W. (2013). Solid waste management challenges for cities in developing countries. *Waste Management*, 220-232.
- Bernache, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un rato para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 72-101.
- Boada, M., & Toledo, V. (2003). *El planeta, nuestro cuerpo. La ecología, el ambientalismo y la crisis de la modernidad*. México: FCE, SEP, CONACYT.
- Buenrostro, O. (2006). La producción de residuos sólidos municipales y sus implicaciones ambientales. *Ciencia y desarrollo en internet*, 1-6.
- CEAMA. (2010). *Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos para el Estado de Morelos*. Morelos: Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente.
- CEIEG. (5 de Enero de 2017). *Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Morelos*. Obtenido de Comité Estatal de Información Estadística y Geográfica del Estado de Morelos: <http://www.ceieg.morelos.gob.mx/>
- Cervantes, J. J., & Palacios, L. (2012). El trabajo en la pepena informal en México: nuevas realidades, nuevas desigualdades. *Estudios demográficos y urbanos*, 27(1), 95-117.
- Colomer, F. (2010). *Tratamiento y gestión de residuos sólidos*. Mexico: Universidad Politécnica de Valencia.
- CONAPO. (2010). *Índice de Marginación por Localidad 2010*. Recuperado el 16 de Enero de 2017, de Consejo Nacional de Población: http://www.conapo.gob.mx/en/CONAPO/Indice_de_Marginacion_por_Localidad_2010
- Cortinas de Nava, C. (2003). *Manual de capacitación para minimizar residuos a nivel municipal, a través de reducir, reutilizar y reciclar (3R)*. México.
- Dijkema, G., Reuter, M., & Verhoef, E. (2000). A new paradigm for waste management. *Waste Management*, 633-638.

- Estrategía de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Morelos. (2016). *1er Encuentro Aclima GLOBAL. Desafíos ambientales en Colombia y México* (pág. 33). Bilbao: Secretaría de Desarrollo Sustentable de Morelos.
- GIZ. (2012). *Guía para la implementación de Proyectos de Separación de Residuos Sólidos Urbanos. Dirigida a los municipios de Guerrero, México y Quintana Roo*. México: Cooperación Alemana para el Desarrollo.
- Henry, R. K., Yongsheng, Z., & Jun, D. (2006). Municipal solid waste management challenges in developing countries - Kenyan case study. *Waste Management*, 92-100.
- Hidro Industrial. (2008). *Diagnóstico Básico del Manejo de Residuos Sólidos Urbanos*. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, H. Ayuntamiento de Huitzilac, Morelos.
- Hidro Industrial. (2008). *Plan de Regularización del sitio denominado "El Tezontle", ubicado en el Municipio de Huitzilac, Morelos*. Comisión Estatal de Agua y Medio Ambiente, H. Ayuntamiento de Huitzilac, Morelos.
- Hontoria, E., & Zamorano, M. (2000). *Fundamento del manejo de los residuos urbanos*. Granada: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- INEGI. (2010). *Residuos Sólidos Urbanos. Censo Nacional de Gobiernos Municipales y Delegacionales 2011. Tabulados básicos*. México: INEGI.
- INEGI. (2016). *Inventario Nacional de Viviendas*. Recuperado el 13 de Agosto de 2017, de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/inv/>
- ISSOWAMA. (11 de Octubre de 2016). *ISSOWAMA*. Obtenido de <http://www.issowama.net/>
- Kiss, G., & Encarnación, G. (2006). Los productos y los impactos de la descomposición de residuos sólidos en los sitios de disposición final. *Gaceta Ecológica*(079), 39-51.
- LGP GIR. (2015). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Documento Oficial de la Federación.
- Marshall, R., & Farahbakhsh, K. (2013). Systems approaches to integrated solid waste management in developing countries. *Waste Management*, 988-1003.

- McDougall, F., White, P., Franke, M., & Hindle, P. (2002). *Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory*. UK: Blacwell Science.
- Morales, R. E. (2016). *Retos para la implementación de la política de residuos sólidos en los mercados públicos de la Ciudad de México (Tesis doctoral)*. México: Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo.
- Periódico Oficial "Tierra y Libertad". (1999). *Ley del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente del Estado de Morelos*. Morelos: Periódico Oficial. 4022 Sección Segunda "Tierra y Libertad".
- Periódico Oficial "Tierra y Libertad". (2001). *Reglamento de Ecología y Protección al Ambiente del Municipio de Huitzilac, Morelos*. Huitzilac: 4154 Sección Tercera "Tierra y Libertad".
- Periódico Oficial "Tierra y Libertad". (2007). *Ley de Residuos Sólidos para el Estado de Morelos*. Morelos: Periódico Oficial. 4561 Segunda Sección "Tierra y Libertad".
- Periódico Oficial "Tierra y Libertad". (2016). *Bando de Policía y Buen Gobierno del municipio de Huitzilac, Morelos, 2016-2018*. Huitzilac: 5374 "Tierra y Libertad".
- Periódico Oficial "Tierra y Libertad". (2016). *Plan Municipal de Desarrollo 2016-2018*. Huitzilac, Morelos: Periódico Oficial. 5392 "Tierra y Libertad".
- Periódico Oficial "Tierra y Libertad". (2016). *Reglamento de Gobierno y de la Administración Municipal de Huitzilac, Morelos*. Huitzilac: 5371 "Tierra y Libertad".
- Periódico Oficial Morelos Nuevo. (1930). *Constitución Política del Estado Libre y SOberano de Morelos, que refoma la del año de 1888*. Morelos: Periódico Oficial Morelos Nuevo.
- PMDU. (2010). *Programa Municipal de Desarrollo Urbano Huitzilac*. Morelos: H. Ayuntamiento de Huitzilac.
- Seadon, J. (2006). Integrated waste management - looking beyond the solid waste horizon. *Waste Management*, 1327-1336.
- Secretaría de Desarrollo Sustentable. (2016). *Estrategía de Gestión Integral de Residuos Sólidos del Estado de Morelos*. Morelos, México: Secretaría de Desarrollo Sustentable.
- SEMARNAP. (1996). Instrumentos para la política ambiental. En SEMARNAP, *Programa de medio ambiente 1995-2000* (págs. 145-159). México: SEMARNAP.

- SEMARNAT. (2001). *Guía para la gestión integral de los residuos sólidos municipales*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (2007). *Política y Estrategias para la Prevención y Gestión Integral de Residuos en México*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (2009). *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (2013). Residuos. En SEMARNAT, *Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental. Edición 2012* (págs. 318-361). México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (2015). *Guía para la Identificación Gráfica del Manejo Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT. (29 de Septiembre de 2016). *SEMARNAT*. Obtenido de SEMARNAT: <http://www.semarnat.gob.mx/leyes-y-normas/nom-residuos>
- SEMARNAT-GTZ. (2006). *Guía para la Elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos*. México: SEMARNAT.
- SEMARNAT-INE. (2001). *Minimización y manejo ambiental de los residuos sólidos en México*. México: SEMARNAT.
- Solano, D. (2009). *Estrategias de Comunicación y Educación para el Desarrollo Sostenible*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe.
- Tchobanoglous, G., Theissen, H., & Eliassen, R. (1982). *Desechos sólidos. Principios de ingeniería y administración*. Venezuela: CIDIAT Serie Ambiente y Recursos Naturales Renovables.
- Villanova, N. (2012). ¿Excluidos o incluidos? Recuperadores de materiales reciclables en Latinoamérica. *Revista Mexicana de Sociología*, 74(2), 245-274.
- Wilson, D. (2007). Development drivers for waste management. *Waste Management & Research*, 198-207.
- Worrell, W., & Vesilind, A. (2012). *Solid Waste Engineering*. USA: Cengage Learning.

ANEXO A

Guía de entrevista a sector informal

Fecha: _____

Sexo: _____

Edad: _____

Grado de estudios: _____

1. ¿Es usted originario del municipio?
2. ¿Desde cuándo se dedica a la recolección de basura?
3. ¿A qué se dedicaba antes?
4. ¿Por qué decidió dedicarse a esta labor?
5. ¿A qué hora comienza y termina sus actividades?
6. Aproximadamente ¿Qué cantidad de basura recolecta?
7. ¿Qué tipo de basura recolecta en mayor cantidad?
8. ¿A quién entrega la basura que recolecta?
9. ¿Cuánto dinero obtiene por lo que vende?
10. ¿Existen otras personas que se dediquen a este trabajo en este mismo sitio?
11. ¿De qué manera se organizan?
12. ¿Alguna vez ha tenido un conflicto con el Ayuntamiento? ¿De qué tipo?
13. ¿En que beneficia su trabajo al municipio?

ANEXO B

Cuestionario para hogares

Fecha: _____

Número de manzana: _____

Localidad: _____

Número de muestra: _____

Buen día, el Ayuntamiento municipal se encuentra realizando un estudio sobre el manejo de los residuos sólidos urbanos (basura), por lo que le solicitamos amablemente nos responda algunas preguntas.

IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES

14. ¿Cuál es la principal problemática ambiental en su localidad?
- a) Polvo/humos
 - b) Basura
 - c) Contaminación del agua
 - d) Ruido
 - e) Malos olores
 - f) Otro _____

MANEJO DE RESIDUOS EN EL HOGAR

15. ¿Barre usted la calle frente a su casa?
- a) Si
 - b) No
16. ¿Usted separa la basura en su casa?
- a) Si (Pregunta 4)
 - b) No (Pregunta 5)
17. ¿Cómo los separa?
- a) Orgánicos/Inorgánicos
 - b) Separación específica (Papel, vidrio, cartón, plásticos, metales)
18. Busca un uso alternativo de sus residuos antes de desecharlos
- a) Si
 - b) No
19. ¿Realiza composta con los residuos de su hogar?
- a) Si
 - b) No

RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN FINAL DE RSU

20. ¿Cuenta con servicio de recolección de residuos?
- a) Si (Pregunta 8)
 - b) No (Pregunta 9)
21. ¿Cuántas veces por semana pasa el camión?
- a) 2 veces por semana
 - b) 1 vez por semana
 - c) A veces no pasa (Pregunta 9)
 - d) Otro _____
22. Si no cuenta con servicio de recolección o no pasa el camión por su calle ¿qué hace con sus residuos?
- a) La quema
 - b) La entierra
 - c) La coloca en contenedores
 - d) Paga por su recolección
 - e) Otro _____
23. ¿Sabe usted en dónde son depositados los residuos que se generan en su casa una vez que estos son recolectados por el servicio de limpia?
- a) Si ¿En dónde?

 - b) No

EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE LIMPIA

24. ¿Cómo calificaría la actitud de los empleados del servicio de recolección?
- a) Bueno
 - b) Regular
 - c) Malo
25. ¿Cómo calificaría el Servicio de Limpia Municipal?
- a) Bueno
 - b) Regular
 - c) Malo

RECOMENDACIONES Y PARTICIPACIÓN

26. ¿Estaría dispuesto a pagar una cuota mensual por el servicio de limpia, recolección y transporte de residuos?
- a) Si (Pregunta 15)
 - b) No (Pregunta 16)
27. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar?
- a) Menos de \$10 mensuales
 - b) Entre \$10 y \$20 mensuales
 - c) Entre \$20 y \$50 mensuales
 - d) Entre \$50 y \$100 mensuales
 - e) Otro_____
28. ¿Estaría dispuesto a participar en un programa municipal en donde usted tendría que separar los residuos para después realizar una recolección diferenciada?
- a) Si
 - b) No
29. ¿Le gustaría saber más acerca del uso alternativo que puede dar a sus residuos?
- a) Sí
 - b) No