

DESARROLLO SUSTENTABLE



SOMOS GRANDES  
SOMOS FUERTES  
SOMOS LEÓN



LEÓN  
AYUNTAMIENTO 2024-2027

ESTUDIO DE GESTIÓN INTEGRAL DE  
RESIDUOS A NIVEL METROPOLITANO

2024

## Contenido

RESUMEN EJECUTIVO .....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	2
2. ANTECEDENTES .....	3
3. MARCO JURÍDICO Y DE PLANEACIÓN.....	4
4. OBJETIVOS .....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos .....	14
5. METODOLOGIA.....	15
6. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO .....	19
7. PANORAMA ACTUAL DE LA GESTIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS .....	37
7.1 Generación de residuos.....	37
7.2 Etapas de manejo y gestión de residuos .....	45
7.3 Etapas de manejo de residuos en la zona metropolitana.....	63
7.4 Residuos de manejo especial .....	64
8. SISTEMA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA GESTIÓN MUNICIPAL DE RESIDUOS .....	68
9. ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS .....	76
9. CONCLUSIONES .....	83
10. RECOMENDACIONES .....	85
13.REFERENCIAS.....	87

## ACRÓNIMOS

<b>ANP</b> Área Natural Protegida	<b>INEGI</b> Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>BID</b> Banco Interamericano de Desarrollo	<b>IPLANEG</b> Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato
<b>CDR</b> Combustible Derivado del Residuo	<b>LGEEPA</b> Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>CEMEX</b> Cementos Mexicanos	<b>LGIREMG</b> Ley para la Gestión Integral de Residuos para el Estado y los Municipios de Guanajuato
<b>CIRRSU</b> Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos	<b>LGPGIR</b> Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
<b>CONAGUA</b> Comisión Nacional del Agua	<b>LPPAEG</b> Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato
<b>CPEUM</b> Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	<b>NOM</b> Norma Oficial Mexicana
<b>DBGIR</b> Diagnóstico Básico Para la Gestión Integral de los Residuos	<b>ODS</b> Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>DENUE</b> Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas	<b>ONU</b> Organización de las Naciones Unidas
<b>DGMA</b> Dirección General de Medio Ambiente	<b>PAOT</b> Procuraduría Ambiental y de Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato
<b>DOF</b> Diario Oficial de la Federación	<b>PED</b> Plan Estatal de Desarrollo
<b>DSPM</b> Dirección de Servicios Públicos Municipales	<b>PMD</b> Plan Municipal de Desarrollo
<b>FIRSU</b> Fracción Inorgánica de los Residuos Sólidos Urbanos	<b>PEDUOET</b> Programa Estatal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial
<b>FO</b> Fracción orgánica	<b>PET</b> Tereftalato de Polietileno
<b>FORSU</b> Fracción Orgánica de los Residuos Sólidos Urbanos	<b>PMDUOET</b> Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial, Guanajuato
<b>GEI</b> Gases de Efecto Invernadero	
<b>IMPLAN</b> Instituto de Planeación de León	

**PMPGIRSU** Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos

**PNPGIR** Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2022-2024

**RCD** Residuos de la construcción y demolición

**RLGPGIR** Reglamento de la Ley General para la prevención y Gestión Integral de los Residuos

**RME** Residuos de Manejo Especial

**RSU** Residuos Sólidos Urbanos

**RAEE** Residuos de Aparatos eléctricos y electrónicos

**RP** Residuos Peligrosos

**SEMARNAT** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

**SIAP** Sistema Integral de Aseo Público

**SDF** Sitio de Disposición Final

**SMAOT** Secretaría del Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato

**SAMA** Secretaria de Agua y Medio Ambiente

**T** Toneladas

**UE** Unidad Económica de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas del INEGI

**ZCS** Zona Conurbana de Silao

**ZML** Zona Metropolitana de León



## RESUMEN EJECUTIVO

El presente estudio aborda los retos y oportunidades actuales en la gestión integral de residuos sólidos urbanos dentro de la zona conformada por la Zona Metropolitana de León (León, Purísima del Rincón y San Francisco del Rincón) y la Zona Conurbada de Silao (Silao de la Victoria y Romita), la cual corresponde a la Subregión 5 Metropolitana del estado de Guanajuato, según la división regional establecida por el gobierno estatal.

Esta zona presenta una dinámica de urbanización acelerada, un desarrollo industrial enfocado en sectores como el automotriz, agroalimentario, curtiduría y manufactura, así como una creciente demanda de servicios urbanos. En términos sociodemográficos, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI), cuenta con una población total de 2,337,620 habitantes, según estimaciones del Consejo Nacional de Población alcanzará los 3,422,754 habitantes en el año 2050, lo que representa un incremento del 46.42 % (CONAPO, 2023). Este crecimiento proyectado anticipa un aumento significativo en la generación de residuos, lo que intensificará los desafíos ambientales, sociales y de gobernanza en la región.

A partir del diagnóstico técnico realizado, se identificaron áreas de mejora en las principales fases del manejo integral de residuos: almacenamiento temporal, recolección, barrido, disposición final y gobernanza, con la aplicación de 31 indicadores de desempeño. Los resultados revelan que una parte significativa de los indicadores presenta niveles inadecuados de operación, reflejando deficiencias tanto operativas como estructurales. Asimismo, se identificaron limitaciones importantes en la disponibilidad de información verificable, lo que pone en evidencia fallas en los mecanismos de monitoreo.

Ante este panorama, se propone una estrategia integral de planificación metropolitana orientada a mejorar cada etapa del ciclo de gestión de residuos. Esta estrategia plantea acciones articuladas de alcance regional, con el objetivo de optimizar la eficiencia operativa, fortalecer la gobernanza ambiental, reducir impactos negativos en la salud pública y promover una transición hacia un modelo de economía circular. Es imperante la implementación de una coordinación intermunicipal efectiva, participación ciudadana activa y un enfoque técnico-financiero que permita su sostenibilidad en el mediano y largo plazo.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el crecimiento acelerado en la generación de residuos sólidos constituye uno de los principales retos ambientales a nivel global. De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP), se producen más de 2.3 millones de toneladas anuales de residuos sólidos municipales, con una proyección de incremento del 65 a 70 % para el año 2050 (UNEP, 2024). Este fenómeno representa una presión creciente sobre los ecosistemas, los sistemas urbanos de gestión y las políticas públicas.

En el caso de México, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), promulgada en 2003, estableció un marco normativo para regular la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), definiendo responsabilidades compartidas entre los tres niveles de gobierno. Según el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PNPGIRSU) 2022–2024, actualmente se generan 128,120 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos (RSU) en el país, y se estima que esta cifra podría alcanzar los 65 millones de toneladas anuales hacia 2030 (SEMARNAT, 2022).

La gestión integral de residuos, tal como la define la LGPGIR, implica un conjunto articulado de acciones normativas, operativas, financieras, educativas y administrativas, desde la generación hasta la disposición final, con el fin de maximizar beneficios ambientales, optimizar el uso de recursos y fomentar la aceptación social del modelo de manejo (DOF, 2003). Sin embargo, la aplicación de este enfoque enfrenta importantes desafíos por la proliferación de tiraderos a cielo abierto, la baja valorización de materiales reciclables, la limitada cobertura de servicios y la escasa infraestructura para el acopio y tratamiento adecuado de los residuos que afectan tanto al medio ambiente como a la salud pública.

El objetivo principal es analizar el estado actual de la gestión de residuos en los municipios de León, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón, Silao de la Victoria y Romita, mediante la evaluación de las etapas clave del manejo de residuos con el fin de identificar fortalezas y áreas de oportunidad para priorizar alternativas de mejora y proyectos estratégicos bajo criterios de prevención, valorización y economía circular, con una visión orientada hacia la implementación de un modelo intermunicipal a mediano y largo plazo.

La propuesta plantea el desarrollo de un modelo de gestión intermunicipal orientado a fortalecer la calidad de los servicios públicos, con un enfoque en la protección ambiental y la adopción gradual de principios de economía circular. Además, promueve la colaboración entre instituciones y la participación activa de la ciudadanía como elementos clave para impulsar el desarrollo local de manera sostenible.

## 2. ANTECEDENTES

De acuerdo con el último Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos realizado por el Gobierno Federal, en México se generan aproximadamente 120,128 toneladas de residuos sólidos urbanos (RSU) al día, de las cuales se recolecta el 84% (SEMARNAT, 2020). En este diagnóstico, el estado de Guanajuato se ubica dentro de la región occidente, junto con Aguascalientes, Colima, Jalisco, Michoacán, Nayarit, Querétaro y San Luis Potosí, considerándose como una de las regiones con mayor generación de residuos del país, con un promedio de 0.977 kilogramos por habitante por día.

En respuesta a esta situación, el Programa Nacional de Prevención y Gestión Integral de Residuos 2022-2024 plantea la necesidad de fortalecer la gobernanza y la infraestructura para el manejo de residuos, reconociendo que la problemática no se limita a aspectos técnicos, sino que también implica retos sociales, económicos y ambientales. Entre las problemáticas más relevantes se identifican: el manejo inadecuado de los sitios de disposición final (SDF); la obstrucción de ríos, canales y drenajes debido a residuos mal dispuestos, provocando inundaciones severas en temporadas de lluvia; las quemadas incontroladas de basura; y la precariedad en la que operan los recuperadores informales, quienes carecen de condiciones laborales dignas y de inclusión en los sistemas municipales de manejo de residuos.

Estas problemáticas se acentúan en las zonas metropolitanas, donde la densidad poblacional y las actividades industriales y de servicios incrementan considerablemente la generación de residuos. Según datos del Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, en las zonas metropolitanas del país se generan alrededor de 79,826,960 toneladas anuales de residuos sólidos urbanos, sin considerar los residuos de manejo especial (RME) ni los residuos peligrosos (RP) provenientes del sector industrial (CESOP, 2022).

En este contexto, las zonas metropolitanas del estado de Guanajuato, y en particular la Zona Metropolitana de León (ZML), enfrentan importantes desafíos para implementar modelos eficaces de gestión integral de residuos. Esto ha derivado en la necesidad de desarrollar e implementar programas municipales que respondan a los nuevos lineamientos de la política ambiental nacional.

Un antecedente clave en esta materia es el Acuerdo de Cooperación Técnica firmado en 2011 entre el Estado de Guanajuato y la Comunidad Urbana de Burdeos, Francia, a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México, cuyo objetivo fue el diseño y ejecución de proyectos metropolitanos, entre ellos un plan de manejo integral de residuos para los municipios que conformaban en ese momento la Zona Metropolitana de León (Secretaría de Relaciones Exteriores, 2011).

Según el Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico de la Zona Metropolitana de León, en el año 2011 se generaron aproximadamente 1,390 toneladas diarias de residuos sólidos urbanos, la mayoría de los cuales fueron depositados en sitios que no cumplían con la normativa ambiental. En ese momento, solo los municipios de León y Silao contaban con infraestructura clasificada como relleno sanitario, mientras que Purísima del Rincón y San Francisco del Rincón operaban sitios no controlados o tiraderos a cielo abierto (IPLANEG, 2014).

De todos los municipios que integran la ZML, únicamente León de los Aldama ha publicado en el Periódico Oficial de la Federación un instrumento de política pública específico en materia de residuos. Esta situación refleja un panorama común a lo observado en el contexto nacional desde la escasa información local, infraestructura insuficiente, debilidad institucional y un lento avance en el diseño e implementación de políticas públicas efectivas en la gestión de residuos.

En conjunto, estos antecedentes subrayan la urgencia de abordar la gestión integral de residuos desde una perspectiva holística e intermunicipal, que articule los aspectos técnicos con las realidades sociales, económicas y ambientales del territorio.

### **3. MARCO JURÍDICO Y DE PLANEACIÓN**

El marco jurídico y de planeación establece las disposiciones legales e instrumentos de política pública que regulan la gestión integral de los residuos. Con el fin de ofrecer una visión ordenada y clara, se presentan en tablas que distinguen las normas y programas según su ámbito de aplicación (federal, estatal y municipal), lo que permite identificar responsabilidades, competencias.

Tabla 1. Marco jurídico a nivel nacional

NACIONAL	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
<b>Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos</b>	<p><b>Artículo 115, fracción III:</b> Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios públicos siguientes: Limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.</p> <p>Los Municipios, previo acuerdo entre sus ayuntamientos, podrán coordinarse y asociarse para la más eficaz prestación de los servicios públicos o el mejor ejercicio de las funciones que les correspondan. En este caso y tratándose de la asociación de municipios de dos o más Estados, deberán contar con la aprobación de las legislaturas de los Estados respectivos.</p>
<b>Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</b>	<p><b>Artículo 1.</b> Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:</p> <p>I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar;</p> <p>II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;</p> <p>III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;</p> <p>VII. Garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente;</p> <p><b>Artículo 7.</b> Fracción VI. Corresponden a los Estados la regulación de los sistemas de recolección, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley;</p> <p><b>Artículo 8.</b> Fracción IV. Corresponden a los Municipios la aplicación de las disposiciones jurídicas relativas a la prevención y control de los efectos sobre el ambiente ocasionados por la generación, transporte, almacenamiento, manejo, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos e industriales que no estén considerados como peligrosos, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 137 de la presente Ley.</p>
<b>Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos</b>	<p><b>Artículo 7.</b> son facultades de la Federación: Fracción XXVIII. Convocar a entidades federativas y municipios, según corresponda, para el desarrollo de estrategias conjuntas en materia de residuos que permitan la solución de problemas que los afecten.</p>

NACIONAL	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
	<p><b>Artículo 26.</b> Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias y en coordinación con la Federación, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables.</p>
	<p><b>Artículo 96.</b> Fracción I. El control y vigilancia del manejo integral de residuos en el ámbito de su competencia. Cada entidad federativa podrá coordinarse con sus municipios para formular e implementar dentro de su circunscripción territorial un sistema de gestión integral de residuos que deberá asegurar el manejo, valorización y disposición final de los residuos a que se refiere este artículo. Asimismo, dichas autoridades podrán convenir entre sí el establecimiento de centros de disposición final local o regional que den servicio a dos o más entidades federativas.</p>



NORMAS MEXICANAS Y NORMAS TÉCNICAS	
<b>Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003</b>	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.
<b>Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2015</b>	Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Marco jurídico estatal

ESTATAL	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
<b>Plan Estatal de Desarrollo 2050</b>	<p><b>Estrategia 3.5.1 Fortalecimiento de las capacidades de las administraciones locales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsar la creación de organismos descentralizados locales y metropolitanos para asegurar la prestación de servicios públicos municipales de manera eficiente (agua, transporte, manejo de residuos, etc.)</li> </ul> <p><b>Estrategia 5.1.2 Regeneración de pasivos ambientales y sistemas naturales críticos por su estado de contaminación.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollar la infraestructura para la gestión integral de residuos sólidos como soporte de la economía circular</li> <li>• Fortalecer la instrumentación de los impuestos ecológicos de remediación ambiental</li> <li>• Impulsar acciones de remediación en zonas de pasivos ambientales</li> </ul>
<b>Ley Para la Gestión Integral de Residuos del Estado y los Municipios de Guanajuato</b>	<p><b>Artículo 4.</b> Para los efectos de la presente Ley, son aplicables las definiciones contenidas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás ordenamientos jurídicos aplicables, así como las siguientes: Fracción V. Diagnóstico básico: El estudio elaborado por la autoridad correspondiente que considera la cantidad y composición de los residuos, así como la infraestructura para manejarlos integralmente.</p> <p><b>Artículo 8.</b> El Instituto, tendrá las siguientes facultades: XII. Requerir a las autoridades municipales, a los generadores y a las empresas de servicios de manejo, la información necesaria para realizar los diagnósticos básicos de residuos que sirvan para la elaboración de los programas de su competencia.</p>

ESTATAL	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
<p><b>Ley de Protección Ambiental para el Desarrollo Sustentable del Estado de Guanajuato</b></p>	<p><b>Artículo 1.</b> La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como regular las acciones tendientes a proteger el ambiente en el Estado de Guanajuato.</p> <p><b>Artículo 127.</b> Los criterios para prevenir y controlar la contaminación del suelo previstos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, deberán ser observados por los ayuntamientos para:</p> <p>II. La operación de los sistemas de limpia y de disposición final de residuos municipales en rellenos sanitarios; y</p> <p>III. La generación, manejo y disposición final de residuos sólidos e industriales en el ámbito de su competencia, así como las autorizaciones y permisos que al efecto se otorguen.</p> <p><b>Artículo 129.</b> Los ayuntamientos autorizan el funcionamiento de los sistemas de recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos sólidos municipales, debiendo observar las normas oficiales mexicanas expedidas sobre los sitios, el diseño, la construcción y la operación de las instalaciones.</p>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Marco jurídico del municipio de León de los Aldama

MUNICIPAL	
LEÓN DE LOS ALDAMA	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
<p><b>Programa de Gobierno 2021-2024</b></p>	<p>El presente estudio se alinea a la estrategia “Desarrollar estudios y proyectos para la integración de servicios a nivel metropolitano: manejo de residuos, agua y drenaje y movilidad regional” del proyecto VM. 3.1 Visión Metropolitana, que a su vez forma parte del programa León 450 de la estrategia Infraestructura para el Futuro, en la Bandera Vivir Mejor.</p>
<p><b>Reglamento para la Gestión Ambiental en el Municipio de León, 2024</b></p>	<p><b>Artículo 1.</b> Las disposiciones de este Ordenamiento son de orden público e interés general y tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable del Municipio, mediante la regulación de los procedimientos para: VII. La gestión integral de los residuos sólidos urbanos, así como la prevención de la contaminación de los suelos y su remediación, dentro del territorio municipal;</p> <p><b>Artículo 4.</b> Corresponde al Ayuntamiento: XI. Concesionar de manera total o parcial la prestación de los servicios públicos relativos al manejo y gestión integral de residuos sólidos urbanos,</p>

MUNICIPAL	
LEÓN DE LOS ALDAMA	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
	<p>en los términos de la Ley Orgánica y las demás disposiciones jurídicas relativas.</p> <p><b>Artículo 50.</b> El programa municipal de gestión integral de los residuos sólidos urbanos tiene por objeto: I. Prevenir y minimizar la generación de residuos sólidos urbanos, respondiendo a las necesidades, prioridades y circunstancias del Municipio.</p>
<b>Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico y Territorial de León, Gto. 2020</b>	Con el fin de establecer una serie de orientaciones que atiendan las problemáticas ambientales y territoriales identificadas, se consideran para este instrumento dos agendas para el municipio de León.
<b>Plan Municipal de Desarrollo PMD visión 2045</b>	Con el fin de establecer una serie de orientaciones para la administración pública municipal a partir de un enfoque de gobernanza, con la adecuada articulación y coordinación con los sectores social y privado para la atención de los principales retos de León.
<b>Reglamento del Sistema Integral de Aseo Público de León Guanajuato 2023</b>	El presente reglamento es de orden público e interés social, y de observancia general en el Municipio de León, Guanajuato y tiene por objeto establecer las bases para que el Sistema Integral de Aseo Público preste el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos en el municipio.
<b>Ley de Ingresos para el Municipio de León, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del año 2024</b>	<b>Artículo 17.</b> La prestación de los servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos será gratuita, salvo cuando la prestación de dichos servicios se realice a solicitud de particulares por razones especiales. En tal caso, se causarán y liquidarán los derechos correspondientes.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Marco jurídico del municipio de Silao de la Victoria

SILAO DE LA VICTORIA	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
Programa de Gobierno Municipal 2021-2024 Silao de la Victoria	El Programa de Gobierno Municipal 2021-2024, es el documento base que enmarca los trabajos que se habrán de realizar durante los tres años de la actual administración municipal. Se mencionan los proyectos y acciones que generarán la evolución al Silao.
Reglamento para la Prestación del Servicio Público de Limpia, Manejo y Disposición Final de Residuos Sólidos no Peligrosos del Municipio de Silao, GTO 2009	<p><b>Artículo 1.</b> Las disposiciones del presente reglamento son de orden público, interés social y observancia general, y tiene por objeto regular el servicio de limpia, manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, así como prevenir y controlar la contaminación que éstos pudieran generar, evitando problemas de salud.</p> <p><b>Artículo 3.</b> Corresponde a la Dirección de Servicios Públicos Municipales por medio del Departamento de Limpia la presentación del servicio público de limpia, manejo y disposición final de residuos sólidos no peligrosos, pudiéndose dar en las modalidades siguientes: En forma directa por el Departamento de Limpia;</p> <p>II. A través de la persona física o moral a quien el Ayuntamiento otorgue la concesión del servicio;</p> <p>III. Por el Departamento de Limpia y otro Municipio en forma intermunicipal a través de convenios; y,</p> <p>IV. Por el Departamento de Limpia y particulares.</p>
Reglamento para el Control, la Protección y el Mejoramiento Ambiental de Silao, Guanajuato, 2006	<b>Artículo 44.</b> La Dirección, en coordinación con las dependencias correspondientes de la Dirección de Servicios Públicos Municipales, regulará la recolección, almacenamiento, transporte, reusó, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos generados en el Municipio de Silao por actividades domésticas, industriales, agrícolas, pecuarias, comerciales, hospitalarias y de servicios, de conformidad con la Ley General, la Ley Estatal, y las disposiciones que en ellos emanen.
Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial para el municipio de Silao de la Victoria, Guanajuato, 2021	Con base en el ejercicio de planeación participativa y las actividades referidas se identificaron los principales problemas en el Municipio que integran la agenda ambiental y la agenda urbano territorial que abarca los temas siguientes: desarrollo social, asentamientos humanos, económico, así como regulación y gestión.
Ley de Ingresos para el Municipio de Silao de la Victoria, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del año 2024	<b>Artículo 16.</b> La prestación de los servicios de recolección y traslado de residuos será gratuita, salvo lo dispuesto por este artículo. Cuando la prestación del servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realice a solicitud de particulares por razones especiales.

SILAO DE LA VICTORIA	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
Disposiciones administrativas de Recaudación para el Municipio de Silao de la Victoria, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del año 2024	Registro a padrones municipales (art. 15) y diferentes sanciones de tránsito y al ambiente por temas de residuos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Marco jurídico del municipio de San Francisco del Rincón

SAN FRANCISCO DEL RINCÓN	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
Programa Municipal de Desarrollo Urbano y de Ordenamiento Ecológico Territorial de San Francisco del Rincón, GTO, 2021	Identifica el mal manejo de los residuos sólidos, lo que genera tiraderos clandestinos, dispersión de residuos de baldíos urbanos, en zonas periféricas de la ciudad y las comunidades rurales, y una falta de mayor atención para reducir, reutilizar y reciclar; por último, se menciona la falta de espacios verdes en el municipio.
Reglamento de Limpia del Municipio de San Francisco del Rincón, 2001	Regula la prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos en el Municipio de San Francisco del Rincón, Guanajuato, y sus disposiciones son de orden público y de observancia general obligatoria.
Ley de Ingresos para el Municipio de San Francisco del Rincón, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del año 2024	<b>Artículo 15.</b> Los derechos por los servicios de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos, cuando medie solicitud. <b>Artículo 23.</b> La Dirección de Servicios Públicos Municipales, tiene en materia de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Marco jurídico del municipio de Purísima del Rincón

PURISIMA DEL RINCÓN	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
Programa de Gobierno Municipal de Purísima del Rincón, Guanajuato, 2021-2024	Es el instrumento de planeación de mediano plazo mediante el cual se asegura la trascendencia y cumplimiento de los objetivos de largo plazo, gracias a su alineación con los demás instrumentos del Sistema Municipal de Planeación, así como con los instrumentos estatales e internacionales.

PURÍSIMA DEL RINCÓN	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
<b>Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Purísima del Rincón, Guanajuato, 2021.</b>	El Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (PMDUOET) de Purísima del Rincón es el instrumento de planeación que define las pautas, objetivos, lineamientos, criterios y/o directrices para el desarrollo del Municipio.
<b>Reglamento de Limpia del Municipio de Purísima del Rincón, GTO, 2009.</b>	<p><b>Artículo 9.</b> El servicio público a que se refiere este Reglamento podrá prestarse por el Ayuntamiento: I. Directamente, a través de las dependencias administrativas u órganos desconcentrados; y II. Indirectamente, a través de:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Las entidades paramunicipales creadas para ese fin;</li> <li>b. Régimen de concesión; y</li> <li>c. Convenios de coordinación o asociación que lleve a cabo con otros Ayuntamientos o con el Ejecutivo del Estado.</li> </ul> <p><b>Artículo 10.</b> Cuando el servicio público se concesione a particulares, se sujetará a las disposiciones establecidas en la convocatoria y en la Ley Orgánica Municipal para el Estado de Guanajuato.</p>
<b>Ley de Ingresos para el Municipio de Purísima del Rincón, Guanajuato, para el Ejercicio Fiscal del año 2024.</b>	<p><b>Artículo 15.</b> La prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos serán gratuitos, salvo lo dispuesto por esta sección. Cuando la prestación del servicio se realice a solicitud de personas físicas o morales, siempre y cuando se trate de sólidos no peligrosos.</p> <p><b>Artículo 16.</b> Los derechos por la prestación del servicio de limpieza y recolección de basura en lotes baldíos, a solicitud de particulares.</p>
<b>Reglamento para la Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos para el Municipio de Purísima del Rincón, Gto.</b>	Las disposiciones de este Reglamento son de orden público e interés general; su objeto es regular la prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos sólidos urbanos; su aplicación y observancia son obligatorias en el territorio del municipio de Purísima del Rincón, Guanajuato.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Marco jurídico del municipio de Romita

ROMITA	
NOMBRE	DISPOSICIÓN APLICABLE
<p><b>Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial PMDUOET Romita 2015-2040</b></p>	<p>El principal objetivo del PMDUOET es establecer las bases de una planeación y distribución equilibrada tendiente a mejorar el nivel y calidad de vida de la población, propiciando un mejor uso y aprovechamiento del territorio y orientar adecuadamente el crecimiento del municipio. Lo anterior, con objeto de mejorar la estructura urbana, proteger el medio ambiente, regular la propiedad urbana y fijar las bases para la programación de acciones, obras y servicios de infraestructura y equipamiento urbano.</p>
<p><b>Reglamento de Limpia para el Municipio de Romita, GTO, 1998</b></p>	<p><b>Artículo 1.</b> El presente Reglamento tiene por objeto regular la prestación del Servicio Público de Limpia y Recolección de Basura en el Municipio de Romita, Guanajuato, y sus disposiciones son de orden público y de observancia general obligatoria.</p> <p>El Servicio Público de Limpia y Recolección de Basura se prestará por el H. Ayuntamiento a través de la Oficialía Mayor, y el Departamento de Servicios Públicos Municipales por conducto de la Coordinación de Limpia que contará con el equipo necesario, con la asesoría y supervisión del Regidor del ramo y la participación de los Consejos de Colaboración Municipal y de los Ciudadanos.</p>
<p><b>Reglamento para la gestión integral de residuos sólidos urbanos para el municipio de Romita, Gto.</b></p>	<p>Las disposiciones de este Reglamento son de orden público e interés general; su objeto es regular la prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos; su aplicación y observancia son obligatorias en el territorio del municipio de Romita, Guanajuato.</p>

Fuente: Elaboración propia

## 4. OBJETIVOS

### Objetivo general

Analizar el estado actual de la gestión de residuos en los municipios de León, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón, Silao de la Victoria y Romita, mediante la evaluación de las etapas clave del manejo de residuos con el fin de identificar fortalezas y áreas de oportunidad para impulsar alternativas y proyectos estratégicos bajo criterios de prevención, valorización y economía circular, enfocado en la implementación de un modelo intermunicipal a mediano y largo plazo.

### Objetivos específicos

1. Desarrollar la caracterización de la zona de estudio, considerando las condiciones del medio físico-natural y del contexto socioeconómico que influyen en la generación y gestión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
2. Realizar un diagnóstico integral del estado actual de la gestión de residuos en los municipios de estudio, abarcando todas las etapas del manejo: generación, recolección, transporte, tratamiento, valorización y disposición final.
3. Identificar y proponer alternativas y proyectos de mejora en la gestión de residuos con base en los principios de prevención, valorización, aprovechamiento de materiales y economía circular, acorde al contexto territorial de cada municipio.
4. Evaluar las alternativas de mejora propuestas mediante criterios técnicos, económicos, sociales y ambientales para la implementación de un modelo regional de gestión integral de residuos a mediano y largo plazo.

## 5. METODOLOGIA

El presente estudio consistió en la recopilación, procesamiento, análisis e interpretación de información proveniente de diversas fuentes oficiales y estudios disponibles. Se realizó una interpretación detallada de los datos, complementada con la comparación de estándares internacionales, con el fin de contextualizar la situación actual del manejo de residuos en México y América Latina y su impacto en el ámbito local. En este marco, se analizó e interpretó la información correspondiente a cada municipio de la zona de estudio, lo que permitió establecer una línea base para la formulación y evaluación de alternativas de gestión.

### Caracterización de la zona de estudio

En esta sección se llevó a cabo la recopilación de información específica de cada municipio que integra la zona de estudio, considerando los siguientes aspectos:

- Delimitación de la zona de estudio: De acuerdo a los criterios establecidos por SEDATU, CONAPO e INEGI, abarcando la Zona Metropolitana de León y la zona Conurbada de Silao.
- Contexto del medio físico-natural: Se analizaron características geográficas, hidrología, clima, uso del suelo, vegetación, biodiversidad (flora y fauna) y áreas naturales protegidas.
- Contexto del medio socioeconómico: Se incluyeron variables como la población total, equipamiento urbano, principales actividades económicas, características de la vivienda y cobertura de servicios, población económicamente activa y niveles de competitividad.

### Diagnóstico básico de la situación actual del manejo y gestión de residuos

El diagnóstico básico tuvo como objetivo evaluar las principales dimensiones que conforman la gestión de los residuos, se estructura en cuatro etapas de recopilación, análisis y evaluación, enfocadas en los siguientes componentes:

- Generación y características de los residuos (composición y generación per cápita, de casas habitación y otras fuentes de RSU, generación total de RME por municipio y sus categorías).
- Evaluación de las etapas del manejo y gestión actual de los residuos por municipio (almacenamiento, recolección, barrido, valorización, disposición final y gobernanza, estructura organizacional, recursos humanos, marco legal municipal y aspectos sociales).
- Análisis y resumen de los principales indicadores derivados del diagnóstico.
- Definición e implementación de estrategias de actuación.

Como parte de este proceso, se revisaron y analizaron los diagnósticos y/o Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PMPGIRSU) disponibles en los cinco municipios de la zona de estudio: León, Silao, Romita, Purísima del Rincón y San Francisco del Rincón. Esta información fue recabada a través de una solicitud formal a la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato, complementada con una mesa de trabajo previa que permitió contextualizar y validar los documentos, incluyendo aquellos publicados en el Periódico Oficial del Estado.

### Resumen y análisis de indicadores del diagnóstico

Finalmente, se realizó un análisis integral de los indicadores obtenidos durante el diagnóstico, recopilando todos aquellos que fue posible calcular con la información disponible. Se tomaron como referencia los lineamientos para la elaboración de los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (PMPGIRSU), así como el sistema de indicadores propuesto por Turcott (2018) para la evaluación y control de la gestión municipal de residuos.

Los indicadores fueron clasificados mediante un sistema de semaforización del desempeño, basado en valores de referencia internacionales y en el contexto local. La línea base de indicadores fue adaptada a las etapas activas en cada municipio:

- Verde: desempeño bueno
- Amarillo: desempeño regular
- Rojo: desempeño deficiente

Este esquema permite identificar áreas de mejora, facilitar la comparación entre municipios y brindar una visión clara del estado general de la gestión de residuos en la zona de estudio.

Tabla 8. Base de indicadores por etapa

Etapa	Nombre del indicador	Unidades de medida	Desempeño		
			Bueno	Regular	Deficiente
Recolección	Población atendida por el servicio de recolección	% de habitantes	≥90%	<90 a ≥70%	<70%
	Personal formal de recolección por cada 1000 toneladas	Trabajadores/ 1000 toneladas	≥0,1	<0,1 a ≥0,001	<0,001
	Rendimiento del trabajo en recolección	Toneladas / hora	≥0,5	<0,5 a ≥0,2	<0,2
	Costo de recolección	\$ / tonelada	≤\$2050 a ≥\$600	<\$600 a ≥\$300; >\$2050 a ≤\$2700	<\$300 o >\$2700

Etapa	Nombre del indicador	Unidades de medida	Desempeño		
			Bueno	Regular	Deficiente
Barrido	Personal formal de barrido por cada 10,000 habitantes	Trabajadores/10,000 Hab	≥4	<4 a ≥2	<2
	Rendimiento de barrido manual (km lineales)	Km/empleado/día	≤1,5 a ≥1,3	<1,3 a ≥0,8 >1,5 a ≤2	<0,8 o >2
	Costo de barrido (km)	\$/km	≤\$400 a ≥\$300	<\$300 a ≥\$200; >\$400 a ≤\$500	<\$200 o >\$500
Disposición Final	Personal formal en disposición final por cada 1000 toneladas	Trabajadores/1000 toneladas	≥0,05	<0,05 a ≥0,02	<0,02
	Proporción de personal informal	%	≤10%	>10 a ≤35%	>35%
	Vida útil disponible del sitio de disposición final	Años	≥8	<8 a ≥5	<5
	Tipo de Sitio de Disposición Final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Relleno sanitario/ Sitio controlado/ Sitio no controlado	Relleno sanitario	Sitio controlado	Sitio no controlado
	Cumplimiento de criterios de infraestructura, operación y control en el sitio de disposición final	%	≥90%	<90 a ≥70%	<70%
	Costo de disposición final	\$/tonelada	≤\$400 a ≥\$160	<\$100 a ≥\$160; >\$400 a ≤\$500	<\$100 o >\$500
Gobernanza	Existencia de legislación	Sí / Parcialmente/No	Sí	Parcialmente	No
	Planeamiento para la gestión de residuos	Sí / Sí, pero publicado por un nivel superior / No	Sí	Sí, pero publicado por un nivel superior	No
	Diagnóstico de la gestión de residuos	Sí / Parcialmente/ No	Sí	Parcialmente	No
	Coordinador del servicio	Sí / Parcialmente/ No	Sí	Parcialmente	No
	Presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos	Sí/No	Sí	-	No
	Recuperación de costos del organizador del servicio	%	≥90%	<90 a >50%	≤50%
	Sistema de quejas y sugerencias	Sí / Parcialmente/ No	Sí	Parcialmente	No

Etapa	Nombre del indicador	Unidades de medida	Desempeño		
			Bueno	Regular	Deficiente
	Quejas por cada 10 000 habitantes	Número de quejas/10 000 habitantes/año	≤10	>10 a ≤50	>50
	Disponibilidad pública de información	Sí / Parcialmente/ No	Sí	Parcialmente	No
	Inclusión del sector informal	Sí / Parcialmente/ No	Sí	Parcialmente	No
	Proporción de personal informal	%	≤10%	>10 a ≤35%	>35%

Fuente: Turcott Cervantes, 2018.



## Propuesta de alternativas a nivel local y metropolitano

De acuerdo con la línea base construida a partir del diagnóstico, se identificaron las etapas del manejo y gestión de residuos con mayores áreas de oportunidad. En respuesta, se realizó una revisión de tecnologías de valorización aplicadas a nivel internacional, regional y nacional, con el objetivo de identificar modelos viables para la zona de estudio.

A partir de este análisis, se propusieron líneas de acción generales para cada etapa del manejo y de la gestión/gobernanza, incluyendo soluciones integrales que abarcan distintas etapas o municipios.

El desarrollo de estrategias se estructuró en tres componentes principales:

- Líneas estratégicas a corto, mediano y largo plazo
- Cartera de proyectos
- Sistema de indicadores de evaluación y desempeño

En esta etapa se evaluaron las acciones clave necesarias para llevar las estrategias a la práctica, considerando su potencial para fortalecer capacidades, superar debilidades, aprovechar oportunidades, mitigar amenazas y alcanzar los objetivos propuestos.

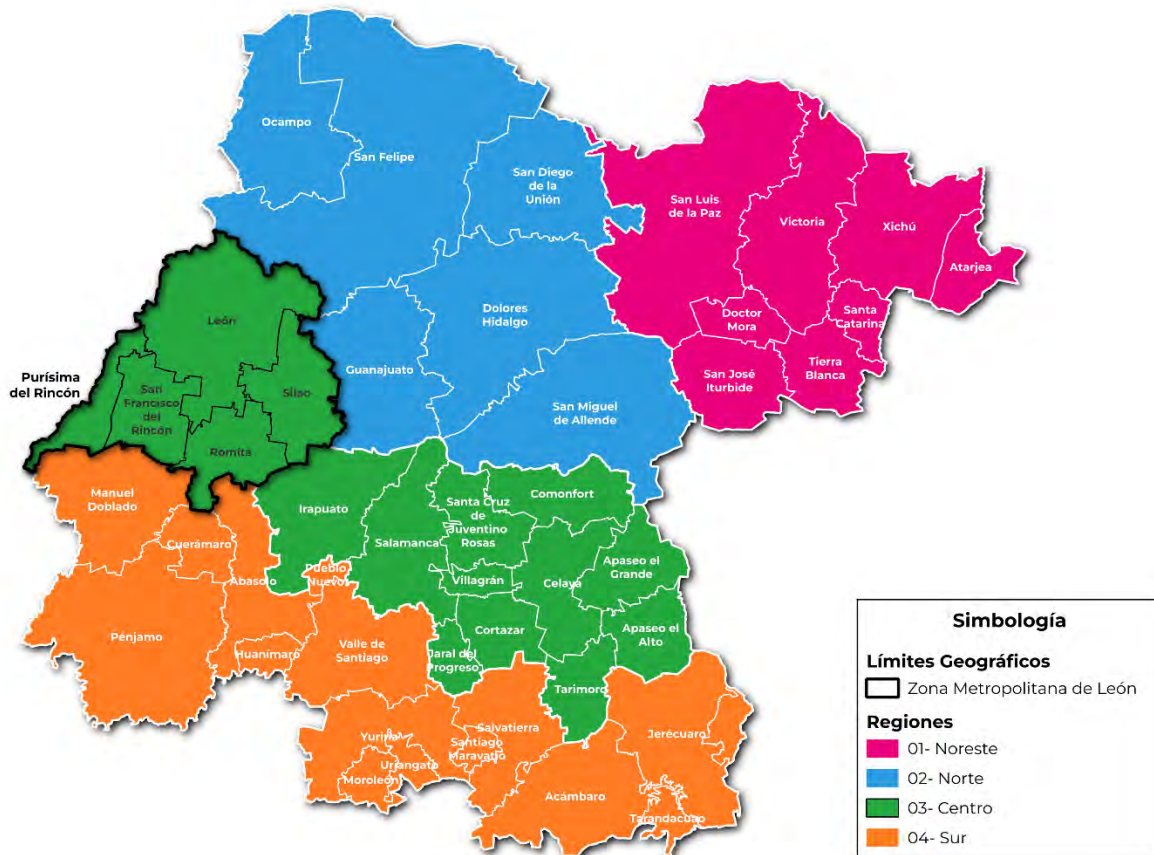
## 6. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Instituto Municipal de Planeación León

De acuerdo con el Art. 14 del Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato, el estado se divide en cuatro regiones y diez subregiones. Cada una de las regiones tiene características propias de carácter fisiográfico, económico y demográfico que brindan una vocación específica al territorio. La Región III Centro concentra la mayor cantidad de la población estatal y una vocación territorial de Ciudad Industrial y de Servicios por su aportación representativa a las actividades económicas y PIB en el Estado de Guanajuato

La Región III Centro concentra los municipios de la Subregión 5 (León, Silao de la Victoria, Romita, San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón), se distingue por su dinamismo industrial y agroalimentario, la concentración urbana en torno al corredor industrial del Bajío.

Figura 1. Regiones y Subregiones del estado de Guanajuato



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto de Planeación, Estadística y Geografía, 2015.

Esta subregión se posiciona como un eje central del desarrollo urbano, industrial y logístico a nivel estatal por sus límites territoriales con Jalisco, Aguascalientes, Michoacán, Guanajuato, Querétaro y San Luis Potosí.

En octubre de 2023, la Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (SEDATU), junto con el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) publicaron el documento Metrópolis de México 2020 con el propósito de establecer nuevos lineamientos oficiales para la identificación, delimitación y caracterización del fenómeno metropolitano en el país.

La nueva clasificación dio como resultado 48 zonas metropolitanas, 22 metrópolis municipales y 22 zonas conurbadas, que en conjunto suman 92 metrópolis en 421 municipios. Uno de los cambios realizados fue que la zona metropolitana de San Francisco del Rincón se integró a la Zona Metropolitana de León, reconfigurando a León,

San Francisco del Rincón y Purísima como una metrópoli y los municipios de Silao de la Victoria y Romita pasaron a ser Zona Conurbada (INEGI, SEDATU, CONAPO, 2023).

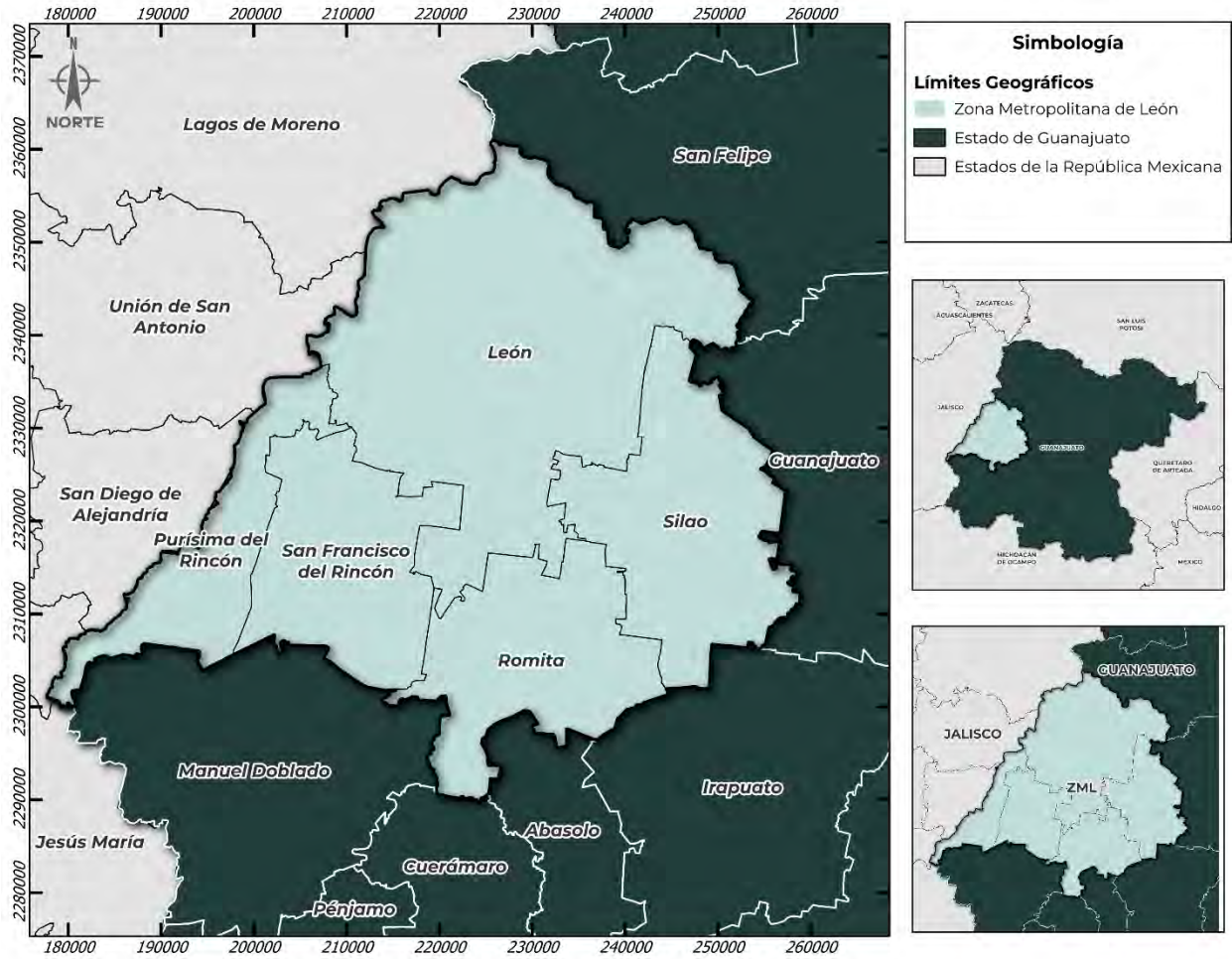
De acuerdo con la delimitación vigente, la Zona Metropolitana de León está conformada por los municipios de León de los Aldama, San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón, siendo la más poblada de las tres zonas metropolitanas del estado de Guanajuato y, a nivel nacional, se ubica en la sexta posición en términos de densidad poblacional (INEGI, 2020). Por su parte, la zona conurbada de Silao, integrada por los municipios de Silao de la Victoria y Romita, constituye un núcleo urbano en crecimiento que destaca como enclave industrial estratégico dentro del corredor del Bajío.

Tabla 9. Municipios de la zona de estudio

<b>Metrópoli</b>	<b>Municipio</b>	<b>Población (año 2020)</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Densidad Media Urbana (Hab/ha)</b>
<b>Zona Metropolitana de León</b>		<b>1,935,928</b>	<b>1,938</b>	<b>124.5</b>
<b>Municipio central</b>	León de los Aldama	1,721,215	12221.6	129.9
<b>Municipio exterior</b>	Purísima del Rincón	83,842	290.7	60.1
<b>Municipio exterior</b>	San Francisco del Rincón	130,871	425.4	67.7
<b>Zona Conurbada de Silao</b>		<b>269,322</b>	<b>979</b>	<b>79.5</b>
<b>Municipio exterior</b>	Romita	65,766	440.7	75.3
<b>Municipio central</b>	Silao de la Victoria	203,556	538.5	80.4
<b>Ambas zonas</b>		<b>2,205,250</b>	<b>2,917</b>	<b>-</b>
<b>Estado de Guanajuato</b>		<b>6,166,934</b>	<b>30,608</b>	<b>-</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO, SEDATU, INEGI, 2023.

Figura 2. Delimitación de municipios de estudio



Instituto Municipal de Planeación **LEÓN**  
 Fuente: Elaboración propia

## 6.1 León de los Aldama

León de los Aldama, conocido como la "Capital Mundial del Calzado" y "La Perla del Bajío", es uno de los municipios más importantes del estado de Guanajuato. Está ubicado en la región III centro-noroeste del estado, tiene una superficie de 1,938km<sup>2</sup> de extensión territorial, lo que representa el 3.99% de la superficie del estado (INEGI, 2021).

Además, colinda al norte con el estado de Jalisco y el municipio de San Felipe; al este con los municipios de San Felipe, Guanajuato y Silao; al sur con los municipios de Silao, Romita y San Francisco del Rincón; al oeste con los municipios de San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y el Estado de Jalisco (INEGI, 2010).

Tabla 10. Características del medio físico del municipio de León

Áreas Naturales Protegidas	Hidrología	Clima	Uso de suelo y vegetación	Flora y Fauna
Jurisdicción estatal: Sierra de Lobos y Parque Metropolitano de León  Jurisdicción Municipal: La Patiña y Cañada Arroyo Hondo	Ríos: Río Turbio, Río de los Gómez. Presas: El Palote, El Cuarenta.	Templado y semiárido. Temperatura media anual: 18°C. Precipitación: 600 mm anuales.	Predomina el uso urbano e industrial. Vegetación: pastizales, matorrales.	Flora: encinos, pinos, mezquites. Fauna: zorros, tlacuaches, aves migratorias.

Fuente: Elaboración propia con datos de IMPLAN, 2020.

## Población

Tabla 11. Datos sociodemográficos de León de los Aldama

Municipio	Población total	Tasa de crecimiento poblacional	Densidad de población (habitantes/km <sup>2</sup> )
León	1,721,215	1.4%	1,410

Fuente: INEGI, 2020

## Vivienda y servicios

Tabla 12. Tabla 16. Datos de vivienda y servicios de León de los Aldama

<b>Número de viviendas</b>	501,879
<b>Habitantes promedio por vivienda</b>	3.4
<b>Servicios</b>	Electricidad: 98.5%, Agua potable: 95%, Drenaje: 91%
<b>Población económicamente activa</b>	830,000
<b>Competitividad</b>	Alta competitividad con una economía diversificada incluyendo manufactura, servicios y comercio

Fuente: INEGI, 2020

## Movilidad

El municipio de León cuenta con un sistema de movilidad avanzado que incluye una red de transporte público eficiente, con el Sistema Integrado de Transporte (SIT) como su eje principal. El SIT cuenta con autobuses articulados y estaciones de transferencia que facilitan el traslado de miles de personas diariamente.

## Infraestructura

La infraestructura de León es una de las más desarrolladas del estado de Guanajuato, posicionado como un centro urbano clave a nivel regional. Su red vial es extensa y moderna, integrada por autopistas como la León–Aguascalientes y la de León–Silao, así como por un sistema de vialidades primarias y secundarias que facilitan la conectividad metropolitana. Destaca también el Eje Metropolitano, que mejora la interconexión con municipios vecinos como Silao y San Francisco del Rincón.

## Servicios básicos

León cuenta además con una infraestructura hidráulica relevante, como la presa El Palote, y una planta de tratamiento de aguas residuales de gran capacidad.

## Infraestructura educativa

Universidad de Guanajuato (Campus León), Tecnológico de Monterrey, Universidad Tecnológica de León, la Universidad La Salle Bajío, además de una amplia red de escuelas públicas y privadas en todos los niveles.

## Salud

Alberga hospitales de referencia como el Hospital General de León, el Hospital de Especialidades del IMSS, el Hospital Pediátrico y varios centros médicos privados de alta especialidad.

## Espacios Públicos

León cuenta con una amplia y diversa infraestructura de espacios públicos que contribuyen significativamente al bienestar social, la recreación y el equilibrio ambiental de la ciudad. Entre los más importantes se encuentra el Parque Metropolitano de León, un Área Natural Protegida de más de 300 hectáreas, ofrece andadores, ciclovías, áreas deportivas, zonas para picnic y la Presa El Palote, siendo sede de eventos como el Festival Internacional del Globo. También destaca el Zoológico de León, que además de su función recreativa, cumple un papel relevante en la conservación de especies y educación ambiental

Otro espacio emblemático es el Parque Explora, que combina áreas verdes con espacios educativos y culturales, como su museo interactivo de ciencia y tecnología, además de áreas para correr, zonas infantiles y un lago artificial.

En el centro histórico se ubica la Plaza Principal, que junto con el Jardín de San Juan de Dios y el Jardín Allende, conforman espacios tradicionales para el encuentro social y cultural.

## Aeropuertos

Existe cercanía con el Aeropuerto Internacional de Guanajuato, también conocido como Aeropuerto del Bajío, ubicado en el municipio vecino de Silao. Esta terminal aérea es un nodo clave en el centro de México, conectando a la región con múltiples destinos nacionales e internacionales.

## Actividades económicas predominantes

La ciudad es reconocida a nivel nacional e internacional por su liderazgo en la industria del cuero y el calzado, siendo un centro clave de manufactura y exportación de productos de marroquinería. Además, cuenta con un sólido sector automotriz y de autopartes, impulsado por su cercanía con importantes corredores industriales a nivel nacional.

## 6.2 Silao de la Victoria

El municipio de Silao es clave en el estado de Guanajuato, conocido por su desarrollo industrial y la ubicación del Puerto Interior, representa el 1.76% de la superficie del estado de Guanajuato.

Colinda al norte con los municipios de León y San Felipe; al este con el municipio de Guanajuato; al sur con los municipios de Irapuato y Romita; al oeste con los municipios de Romita y León (INEGI, 2010).

Tabla 13. Características del medio físico de Silao de la Victoria

Áreas Naturales Protegidas	Hidrología	Clima	Uso de suelo y vegetación	Flora y Fauna
ANP Sierra de Lobos Cerro del Cubilete	Ríos: Río Silao. Presas: Presa del Cubilete, Presa El Conejo.	Templado. Temperatura media anual: 18°C. Precipitación: 600 mm anuales.	Uso industrial y agrícola. Vegetación: pastizales, zonas de cultivo.	Flora: mezquites, matorrales. Fauna: venados, coyotes, aves

Fuente: Elaboración propia

## Población

Tabla 14. Datos sociodemográficos de Silao de la Victoria

Municipio	Población total	Tasa de crecimiento poblacional	Densidad de población (habitantes/km <sup>2</sup> )
Silao	203,556	2.0%	384

Fuente: INEGI, 2020.

## Viviendas y servicios

Tabla 15. Datos de vivienda y servicios de Silao de la Victoria

Número de viviendas	53,276
Habitantes promedio por vivienda	3.8
Servicios	Electricidad: 99.5%, Agua potable: 68.4%, Drenaje: 97.7%
Población económicamente activa	98,000
Competitividad	Alta competitividad debido a la presencia de parques industriales y aeropuerto

Fuente: INEGI, 2020

## Movilidad

El municipio de Silao posee una movilidad dinámica, impulsada por su ubicación estratégica en el corredor industrial del Bajío, constituyendo un nodo clave para el transporte de mercancías y servicios. La ciudad cuenta con una red de transporte público que incluye autobuses urbanos, suburbanos y taxis, los cuales conectan tanto al interior del municipio como con municipios colindantes como León, Irapuato y Guanajuato capital.

## Infraestructura

Dispone de una amplia red carretera que conecta con importantes ciudades como León, Irapuato y Guanajuato capital, además de albergar el Puerto Interior, un centro logístico e industrial clave a nivel nacional. La infraestructura educativa y de salud está compuesta por escuelas de todos los niveles, clínicas, hospitales y centros comunitarios, mientras que sus espacios públicos incluyen parques, jardines y unidades deportivas que fomentan la convivencia y el bienestar social.

## Equipamiento Urbano

La ciudad cuenta con hospitales, clínicas, escuelas, y universidades que ofrecen una amplia gama de servicios a la comunidad. Los centros deportivos y culturales también son destacados, proporcionando oportunidades para la educación y el esparcimiento.

## Servicios básicos

Silao cuenta con una infraestructura de servicios básicos que cubre la mayoría de las zonas urbanas y en expansión, tales como el sistema de agua potable son administrado por el organismo operador local, abastece a una alta proporción de la población y la energía eléctrica tiene una cobertura prácticamente universal en áreas urbanas y zonas rurales. El servicio de recolección de residuos sólidos se brinda de forma regular en la cabecera municipal y principales comunidades.

## Educación

El municipio dispone de escuelas de nivel básico (preescolar, primaria y secundaria), tanto públicas como privadas, distribuidas en la zona urbana y en comunidades rurales. En el nivel medio superior, destacan planteles del CECyTEG, CBTis y la Escuela de Nivel Medio Superior de Silao, que ofrecen formación técnica y bachillerato general. En cuanto a educación superior, la Universidad Politécnica del Bicentenario que brinda programas orientados a la ingeniería, la tecnología y la administración.

## Salud

Destaca el Hospital General de Silao, que ofrece servicios de atención médica general y especializada. Además, el municipio dispone de unidades médicas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Hospital General de Subzona No. 54 y algunos centros de salud comunitarios y clínicas privadas que brindan atención básica y preventiva

## Espacios Públicos

Destaca la Unidad Deportiva Municipal, equipada con canchas, áreas verdes y zonas recreativas, que funciona como uno de los principales centros de esparcimiento. También, el Parque la Alameda y Parque Eucaliptos, son espacios arbolados en el centro de la ciudad ideal para actividades al aire libre.

## Aeropuertos

El Aeropuerto Internacional de Guanajuato (BJX), ubicado en el municipio de Silao, es la principal terminal aérea que da servicio a la ciudad de León y a la región del Bajío.

## Actividades económicas predominantes

El municipio de Silao se ha consolidado como un eje industrial estratégico en el estado de Guanajuato y en la región del Bajío, destacando principalmente por su fuerte presencia en la industria automotriz. Entre los que destaca el Puerto Interior, uno de los parques logísticos e industriales más importantes de América Latina, que alberga plantas de empresas multinacionales como General Motors, Pirelli, Volkswagen y Michelin.

### 6.3 San Francisco del Rincón

El municipio de San Francisco del Rincón, es reconocido por su industria sombrerera, se localiza en la región occidental del estado de Guanajuato, colinda al norte con los municipios de Purísima del Rincón y León; al este con los municipios de León y Romita; al sur con los municipios de Romita y Manuel Doblado; al oeste con los municipios de Manuel Doblado y Purísima del Rincón (INEGI, 2021).

Tiene una extensión territorial de 425.4 km<sup>2</sup> lo que representa el 1.31% de la superficie del estado. Su altitud varía entre los 1,700 y 1,800 metros sobre el nivel del mar, proporcionando un clima favorable para su desarrollo industrial y agrícola (INEGI, 2010).

Tabla 16. Características del medio físico de San Francisco del Rincón

Áreas Naturales Protegidas	Hidrología	Clima	Uso de suelo y vegetación	Flora y Fauna
Presa de Silva y Áreas aledañas	Ríos: Río Turbio.	Templado. Temperatura media anual: 18°C. Precipitación: 600 mm anuales.	Uso agrícola y urbano. Vegetación: pastizales, cultivos, áreas de uso mixto.	Flora: maíz, sorgo, árboles frutales. Fauna: liebres, aves, reptiles.

Fuente: Elaboración propia

## Población

Tabla 17. Datos sociodemográficos de San Francisco del Rincón

Municipio	Población total	Tasa de crecimiento poblacional	Densidad de población (habitantes/km2)
San Francisco del Rincón	130,871	1.5%	206

Fuente: INEGI, 2020.

## Viviendas y servicios

Tabla 18. Datos de vivienda y servicios de San Francisco del Rincón

<b>Número de viviendas</b>	23,456
<b>Habitantes promedio por vivienda</b>	3.6
<b>Servicios</b>	Electricidad: 98%, Agua potable: 94%, Drenaje: 90%
<b>Población económicamente activa</b>	35,000
<b>Competitividad</b>	Economía diversificada con énfasis en manufactura de calzado, agroindustria y servicios

Fuente: INEGI, 2020

## Movilidad

San Francisco del Rincón cuenta con un sistema de transporte público compuesto principalmente por autobuses urbanos y suburbanos, que facilitan el traslado dentro del municipio y hacia localidades vecinas como León, Purísima del Rincón y Silao. La carretera estatal León–San Francisco del Rincón y el Eje Metropolitano son las principales vías de conexión, fundamentales para la movilidad cotidiana, el acceso a servicios y el comercio regional.

## **Infraestructura**

Las principales vías incluyen la carretera estatal León–San Francisco del Rincón y el Eje Metropolitano, que fortalecen el intercambio comercial y el acceso a servicios. El transporte público está compuesto por autobuses suburbanos, urbanos y taxis, que permiten el desplazamiento de la población tanto dentro del municipio como hacia zonas metropolitanas cercanas.

## **Equipamiento Urbano**

San Francisco del Rincón dispone de una variedad de equipamiento urbano, incluyendo hospitales, clínicas, escuelas y centros deportivos. La infraestructura educativa abarca desde el nivel preescolar hasta el nivel superior, y los servicios de salud son accesibles para la mayoría de los residentes.

## **Servicios básicos**

La cobertura de agua potable, drenaje y energía eléctrica es alta en la zona urbana y se ha ido extendiendo hacia comunidades rurales. El municipio también cuenta con infraestructura para el manejo de residuos sólidos urbanos y sistemas de alumbrado público y pavimentación que se mantienen en proceso de mejora y ampliación.

## **Educación**

El municipio dispone de instituciones educativas en todos los niveles: preescolar, primaria, secundaria y bachillerato. Existen también planteles de educación media superior, como CECyTEG y la Preparatoria Regional del Rincón, así como extensiones universitarias con programas técnicos y profesionales orientados a las necesidades locales.

## **Salud**

Cuenta con el Hospital Comunitario, clínicas del IMSS Hospital General de Zona Número 7 y consultorios médicos particulares. Esta red cubre necesidades básicas de atención médica general y algunos servicios especializados.

## Espacios Públicos

San Francisco del Rincón cuenta con plazas, jardines, parques de barrio y unidades deportivas, como la Unidad Deportiva Municipal, que son clave para el esparcimiento y la cohesión social de la población.

## Actividades económicas predominantes

San Francisco del Rincón es reconocido por su tradición manufacturera, siendo un importante centro de producción dentro del sector textil y del calzado, con una destacada especialización en la fabricación de sombreros, actividad que le ha otorgado proyección nacional e internacional. Además, la industria del cuero y marroquinería también tiene una presencia significativa en el municipio, complementando la vocación productiva de la región.

### 6.4 Purísima del Rincón

El municipio de Purísima del Rincón, con una fuerte tradición agrícola y artesanal, se encuentra en la parte occidental del estado de Guanajuato; colinda al este con los municipios de León y San Francisco del Rincón; al sur con los municipios de San Francisco del Rincón, Manuel Doblado y el estado de Jalisco; al oeste con el estado de Jalisco (INEGI, 2021).

Cuenta con una extensión territorial de 290.7 km<sup>2</sup> lo que representa el 0.95% de la superficie del estado. Sus coordenadas son 21°00'00" a 21°09'00" lat. N; 101°50'00" a 102°00'00" longitud y la altitud del municipio es de 1,750 m (INEGI, 2010).

Tabla 19. Características del medio físico de Purísima del Rincón

Áreas Naturales Protegidas	Hidrología	Clima	Uso de suelo y vegetación	Flora y Fauna
Cerro del Palenque	Ríos: Río Turbio.	Templado. Temperatura media anual: 18°C. Precipitación: 600 mm anuales.	Predomina el uso agrícola. Vegetación: matorrales, cultivos.	Flora: mezquites, huizaches, matorrales. Fauna: coyotes, aves, roedores.

Fuente: Elaboración propia

## Población

Tabla 20. Datos sociodemográficos de Purísima del Rincón

Municipio	Población total	Tasa de crecimiento poblacional	Densidad de población (habitantes/km2)
Purísima del Rincón	83,842	2.1%	288

Fuente: INEGI, 2020.

## Viviendas y servicios

Tabla 21. Datos de vivienda y servicios de Purísima del Rincón

Número de viviendas	20,918
Habitantes promedio por vivienda	4.0
Servicios	Electricidad: 97%; Agua potable: 92%; Drenaje: 88%
Población económicamente activa	32,000
Competitividad	Economía centrada en la agricultura, manufactura y un sector servicios en expansión

Fuente: INEGI, 2020

## Movilidad

Las principales carreteras facilitan el acceso y la movilidad dentro y fuera del municipio tales como Purísima del Rincón – San Francisco del Rincón que une ambos municipios, prácticamente conurbados, Purísima del Rincón – Manuel Doblado para la conexión hacia el occidente del estado y Eje Metropolitano permite la conexión con León, Silao y otros municipios, fortaleciendo la integración regional.

## Infraestructura

Dispone de servicios esenciales como agua potable, drenaje, electricidad y alumbrado público con buena cobertura en la cabecera municipal. Además, la red vial conecta eficientemente con San Francisco del Rincón, León y otros municipios cercanos mediante carreteras estatales.

## Equipamiento Urbano

El municipio está equipado con hospitales, clínicas, escuelas y centros comunitarios. La infraestructura educativa incluye niveles desde preescolar hasta secundaria, y se están haciendo esfuerzos para mejorar los servicios de salud con nuevas clínicas y hospitales.

Servicios básicos: La mayoría de las viviendas dispone de agua potable, drenaje, energía eléctrica y recolección de residuos sólidos, administrados por organismos municipales y estatales. El servicio de alumbrado público está presente en las principales vialidades y zonas habitadas, con esfuerzos continuos por mejorar la cobertura en comunidades rurales.

## **Educación**

Entre los principales centros educativos se encuentran la Escuela Secundaria Técnica N°20, CECyTE Guanajuato Plantel Purísima y el Instituto Tecnológico Superior, así como diversas instituciones de nivel básico y medio superior en la cabecera municipal y comunidades. Estas instituciones ofrecen opciones de formación académica y técnica para la población juvenil del municipio, y contribuyen al desarrollo social y económico de la región.

## **Salud**

Cuenta con servicios médicos esenciales proporcionados por instituciones como el Hospital General de Purísima del Rincón y clínica del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS). Además, existen clínicas privadas y unidades médicas rurales que complementan la atención médica, ofreciendo servicios básicos y atención preventiva para la población local.

## **Espacios Públicos**

Destacan el Jardín Principal Hidalgo como punto de encuentro ciudadano, y la Unidad Deportiva Municipal, equipada con canchas deportivas y áreas recreativas. Además, la ciudad dispone de parques y jardines distribuidos en colonias y comunidades, contribuyendo al bienestar y calidad de vida de sus habitantes.

## **Actividades económicas predominantes**

Purísima del Rincón cuenta con una economía basada en la industria manufacturera, con la fabricación de calzado, sombreros y productos textiles, actividades que han sido históricamente relevantes en la región. Además, el municipio tiene una importante presencia del sector agropecuario, con cultivos como maíz, sorgo y hortalizas, así como la cría de ganado bovino y porcino. El comercio local y los servicios complementan la economía municipal, generando empleos y atendiendo las necesidades de la población.

## 6.5 Romita

El municipio de Romita, ubicado en la región centro-sur del estado de Guanajuato, es conocido por su relevancia agrícola y su creciente desarrollo industrial. Colinda al norte con los municipios de León y Silao; al este con los municipios de Silao e Irapuato; al sur con los municipios de Irapuato, Abasolo, Cuerámara y Manuel Doblado; al oeste con los municipios de Manuel Doblado y San Francisco del Rincón (INEGI, 2021).

Tabla 22. Características del medio físico de Romita

Áreas Naturales Protegidas	Hidrología	Clima	Uso de suelo y vegetación	Flora y Fauna
Cerro de Arandas	Ríos: Río Turbio.	Templado. Temperatura media anual: 18°C. Precipitación: 600 mm anuales.	Predomina el uso agrícola. Vegetación: matorrales, cultivos.	Flora: mezquites, huizaches, matorrales. Fauna: coyotes, aves, roedores.

Fuente: Elaboración propia

## Población

Tabla 23. Datos sociodemográficos de Romita

Municipio	Población total	Tasa de crecimiento poblacional	Densidad de población (habitantes/km <sup>2</sup> )
Romita	65,766	0.70%	103

Fuente: INEGI, 2020.

## Viviendas y servicios

Tabla 24. Datos de vivienda y servicios de Romita

Número de viviendas	16,200
Habitantes promedio por vivienda	3.9
Servicios	Electricidad: 97%, Agua potable: 93%, Drenaje: 85%
Población económicamente activa	29,000
Competitividad	Economía basada en la agricultura y ganadería, con un crecimiento en el sector de servicios

Fuente: INEGI, 2020

## Movilidad

El municipio de Romita cuenta con una red de transporte público, compuesta por autobuses suburbanos y colectivos que conectan la cabecera municipal con sus comunidades rurales y municipios vecinos. La Carretera Federal 45, que atraviesa el municipio, es una de las vías más importantes, enlazando directamente con Silao, León e Irapuato. También destacan la Carretera estatal Romita-Cuerámara y la conexión con la autopista León-Aguascalientes, que refuerzan la accesibilidad regional.

## Infraestructura

La infraestructura en Romita está en desarrollo, con mejoras continuas en la red vial, sistemas de agua potable y drenaje. Aunque algunas áreas rurales pueden carecer de ciertos servicios básicos, se están realizando esfuerzos para mejorar la infraestructura en toda la región.

## Servicios básicos

La mayoría de las viviendas dispone de agua potable, drenaje sanitario, energía eléctrica y recolección de residuos sólidos. Aunque existen desafíos en zonas más alejadas, se han implementado programas municipales y estatales para mejorar la infraestructura de agua y saneamiento.

## Educación

El municipio cuenta con instituciones educativas de nivel básico y media superior como jardines de niños, primarias, secundarias y telebachilleratos comunitarios, así como el CECyTE Guanajuato Plantel Romita, que ofrece educación media superior con enfoque técnico.

## Salud

Cuenta con centros de salud urbanos y rurales, tales como la Clínica 28 del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y el Hospital Comunitario de Romita, se han impulsado acciones para la ampliación y modernización de clínicas, a fin de mejorar la cobertura y calidad de atención médica.

## Espacios Públicos

El municipio de Romita dispone de espacios públicos como plazas, parques y áreas recreativas, que son esenciales para la vida comunitaria, tales como la Plaza Principal de

Romita es un punto de encuentro tradicional para eventos culturales y celebraciones, Parque Municipal Xavier López es un espacio recreativo que cuenta con áreas verdes, juegos infantiles, bancas, andadores y una explanada que sirve como punto de reunión para familias, Unidad Deportiva Municipal que incluye canchas de fútbol, basquetbol, espacios para eventos y actividades recreativas al aire libre.

### **Actividades económicas predominantes**

En el municipio de Romita, se tiene como principal actividad económica el sector industrial, donde se concentra el mayor porcentaje de personas trabajadoras, seguido por personas que trabajan como comerciantes, el sector agropecuario y las actividades profesionales, técnicas y administrativas.



## 7. PANORAMA ACTUAL DE LA GESTIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS

### 7.1 Generación de residuos

La generación de residuos se refiere al proceso mediante el cual se producen materiales desechados como resultado de actividades humanas, ya sean domésticas, comerciales, industriales, agrícolas o de servicios. Esta generación depende de factores como el crecimiento poblacional, los hábitos de consumo, el desarrollo económico y el nivel tecnológico, y constituye la primera etapa en la gestión integral de los residuos.

Para la elaboración de este diagnóstico, se analizaron registros históricos relacionados con la generación de residuos sólidos urbanos en los municipios de León, Silao, Purísima del Rincón, San Francisco del Rincón y Romita, con la finalidad de identificar tendencias de crecimiento en la generación per cápita, en algunos casos se obtuvieron datos de las zonas urbanas y rurales.

La información fue recabada por medio de una solicitud de información dirigida a la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. Este análisis fue complementado con una mesa técnica previa que permitió establecer un marco común de interpretación y asegurar la pertinencia de los datos revisados.

Los estudios analizados fueron los siguientes:

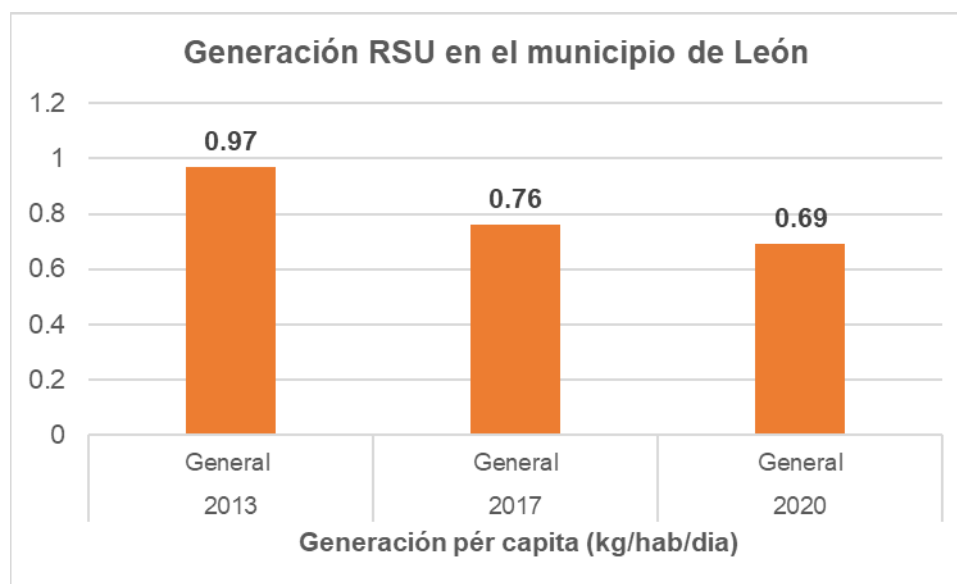
- Diagnóstico de Generación de Residuos de Manejo Especial en el Estado de Guanajuato (2009), apartado de descripción del manejo de RME y RSU, realizado por el Instituto Nacional de Ecología del Estado de Guanajuato.
- Estudios Técnicos para el Sistema de Manejo Integral de Residuos Sólidos para la Zona Metropolitana de León (2017).
- Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de León (2013)
- Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de León (2020)
- Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos de San Francisco del Rincón (2013)
- Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos de Purísima del Rincón (2023)
- Programa para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos de Romita (2012)

## 7.1.1 Datos históricos de generación per cápita por municipio

### León de los Aldama

La gráfica muestra la evolución en la generación per cápita de residuos sólidos urbanos en el municipio de León durante el periodo 2013–2020. En 2013 cada habitante generaba en promedio 0.97 kg de residuos al día; para 2017 este valor descendió a 0.76 kg/hab/día y en 2020 nuevamente a 0.69 kg/hab/día. En conjunto, los datos reflejan una tendencia a la baja en la generación por habitante al día de residuos, con una disminución cercana al 29% en siete años, lo que sugiere avances en la gestión de residuos, mayor aprovechamiento de materiales reciclables y posibles cambios en los patrones de consumo de la población.

Gráfica 1. Datos históricos de generación per cápita en el municipio de León

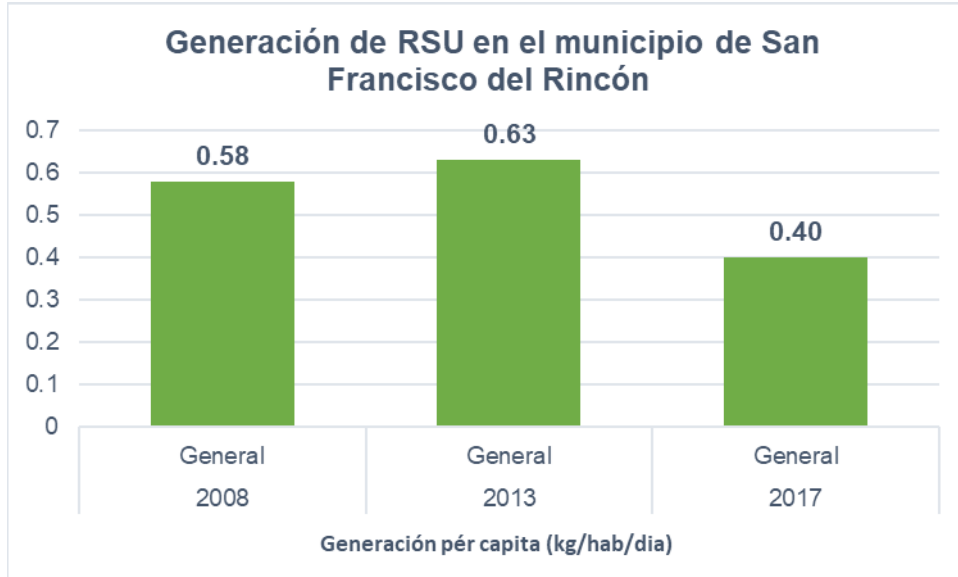


Fuente: Elaboración propia

### San Francisco del Rincón

La gráfica muestra la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) per cápita en el municipio de San Francisco del Rincón en los años 2008, 2013 y 2017. En 2008, la generación fue de 0.58 kg/hab/día, aumentando en 2013 a 0.63 kg/hab/día, lo que representa el valor más alto del periodo analizado. Posteriormente, en 2017 se observa una reducción significativa, alcanzando 0.40 kg/hab/día, el nivel más bajo registrado.

Gráfica 2. Datos históricos de generación per cápita en el municipio de San Francisco del Rincón

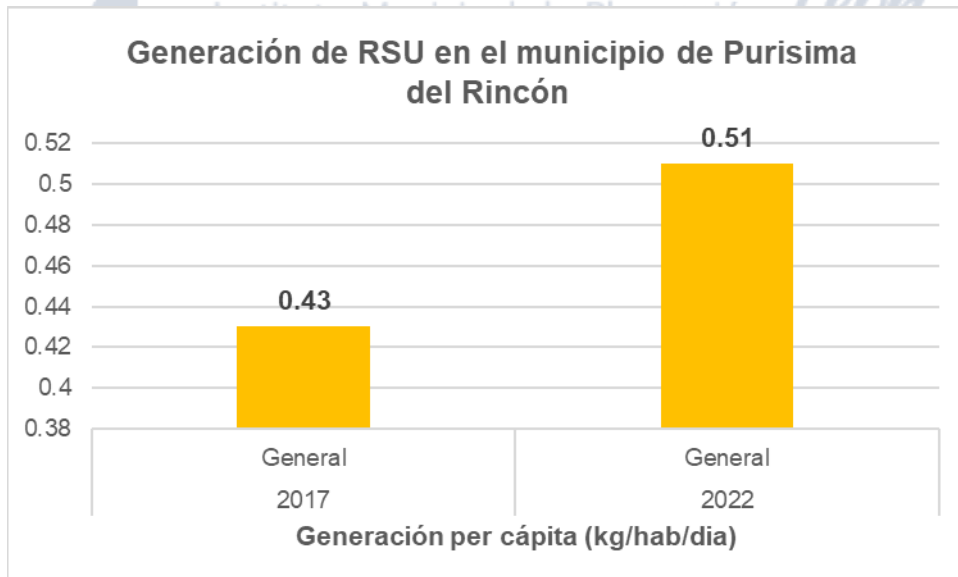


Fuente: Elaboración propia

### Purísima del Rincón

La gráfica presenta la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) per cápita en el municipio de Purísima del Rincón durante los años 2017 y 2022. En 2017, la generación registrada fue de 0.43 kg/hab/día, mientras que en 2022 se observa un incremento a 0.51 kg/hab/día. Esto refleja un aumento en la producción de residuos en el periodo analizado, lo que indica una mayor generación per cápita en los últimos años.

Gráfica 3. Datos históricos de generación per cápita en el municipio de Purísima del Rincón



Fuente: Elaboración propia

## **Silao de la Victoria**

En el municipio de Silao de la Victoria, la generación de residuos sólidos urbanos per cápita para el año 2017 fue de 0.67 kg/hab/día en zona urbana y rural. No fue posible realizar una comparativa con años anteriores por la falta de datos específicos y verídicos, debido a que el estudio de 2009 presentó un dato general para todos los municipios, sin desagregar la información de manera individual. Esta limitación dificultó el análisis de los datos históricos y, por lo tanto, la identificación de tendencias en la generación de residuos en el municipio.

## **Romita**

En el municipio de Romita, el dato más reciente disponible corresponde al año 2012, registrando una generación de residuos sólidos urbanos de 0.40 kg/hab/día en la zona rural y 0.69 kg/hab/día en la zona urbana.

Al igual que en otros municipios, los datos de 2009 corresponden a un valor general para toda la región, lo que dificulta la comparativa a nivel local. Además, la falta de información más actualizada representa una limitación importante para el análisis histórico y la evaluación de tendencias en la generación de residuos en este municipio.

## **Consideraciones**

De manera general, el análisis de la generación de residuos sólidos urbanos en los cinco municipios muestra limitaciones importantes debido a la disponibilidad y calidad de la información. El municipio de León cuenta con los datos más completos y actualizados, lo que permite observar con mayor claridad la evolución y tendencias en la generación de residuos, en municipios como Silao de la Victoria y Romita la comparativa histórica presentó complicaciones, ya que en el estudio de 2009 se registraron los mismos valores generales para todas las localidades (0.34 kg/hab/día en zona rural y 0.64 kg/hab/día en zona urbana), sin diferenciar entre municipios.

En el caso de San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón, se cuenta con registros más puntuales, aunque no en series continuas, lo que también restringe el análisis de datos históricos. En conjunto, esta situación refleja la necesidad de contar con información más detallada y actualizada en todos los municipios para facilitar la comparación y la planeación en materia de gestión de residuos.

### 7.1.2 Composición

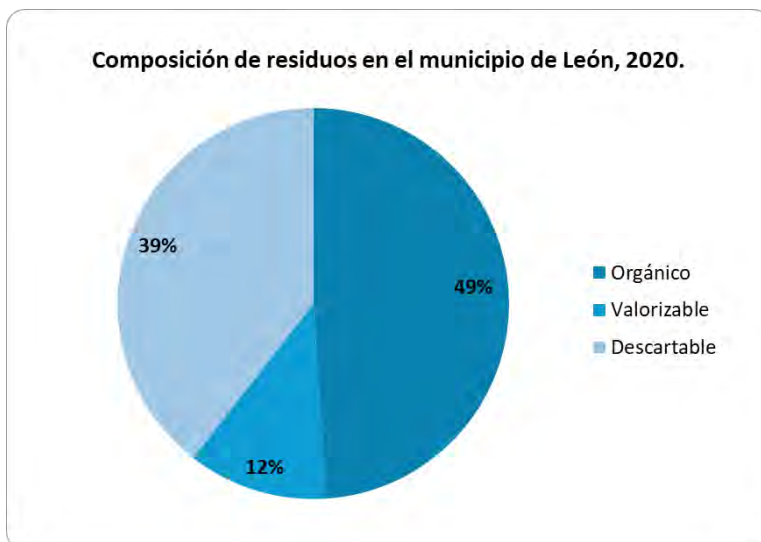
La composición de los residuos sólidos urbanos en los municipios de estudio refleja las características socioeconómicas y los patrones de consumo de la población. El análisis de esta composición permite identificar las fracciones predominantes como residuos orgánicos, valorizables (plásticos, cartón, metales, vidrio), y no aprovechables o descartables, lo que resulta clave para definir estrategias de separación, reciclaje y valorización. La revisión de datos disponibles y estudios municipales permitió conocer las diferencias y similitudes entre los municipios, destacando oportunidades para la implementación de programas de gestión diferenciada, especialmente en aquellas fracciones que representan el mayor volumen y que tienen potencial de aprovechamiento bajo esquemas de economía circular.

#### León de los Aldama

En el año 2020, la composición de los residuos sólidos urbanos generados en el municipio de León, Guanajuato, estuvo dominada por la fracción orgánica (46%), reflejando el alto contenido biodegradable de los residuos generados en el ámbito doméstico. Le siguieron los residuos inorgánicos reciclables, como plásticos (16%), papel y cartón (8%), metales (2%) y vidrio (2%). Los residuos inorgánicos no reciclables, como textiles, sanitarios y residuos diversos (26%).

Esta caracterización evidencia el potencial de valorización de los residuos orgánicos a través de procesos como el compostaje, así como la necesidad de fortalecer programas de separación en la fuente y reciclaje para reducir la disposición final en el relleno sanitario actual.

Gráfica 4. Composición de residuos en el municipio de León

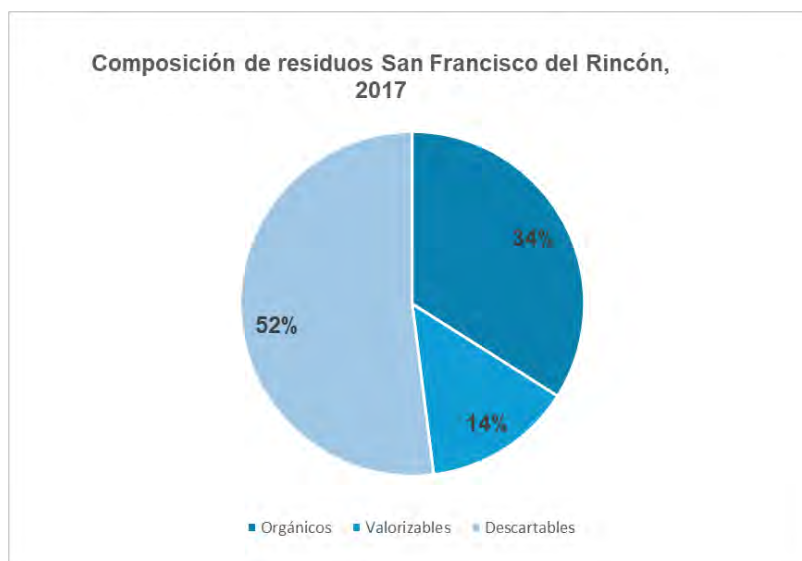


Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2020.

### San Francisco del Rincón

En 2017, la composición de los residuos sólidos urbanos en San Francisco del Rincón reflejó una tendencia similar a la observada en otros municipios de la región. La fracción orgánica representó aproximadamente el 34% del total de los residuos generados, lo que indica un alto potencial para el aprovechamiento a través de técnicas como el compostaje o la biodigestión. Los residuos reciclables (14%) incluyeron plásticos, papel y cartón, metales y vidrio. El 52% de residuos descartables, como residuos sanitarios, textiles y otros materiales sin posibilidad de valorización.

Gráfica 5. Composición de residuos en el municipio de San Francisco del Rincón

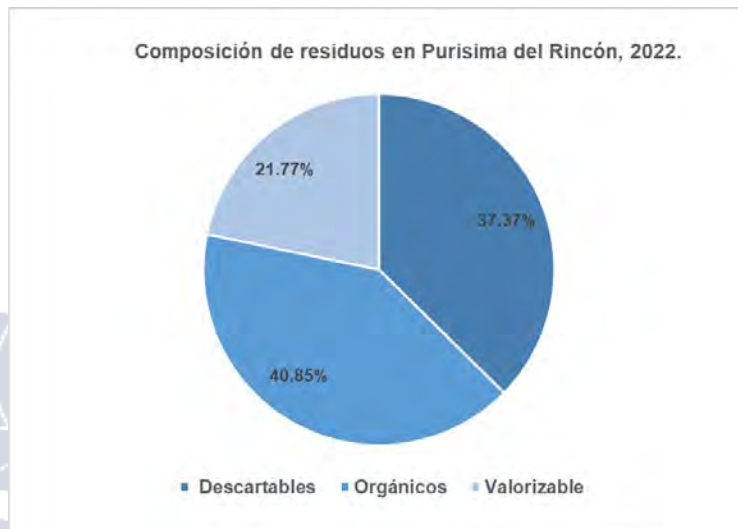


Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2017.

## Purísima del Rincón

La categoría con mayor proporción corresponde a los residuos orgánicos, con un (40.85%), lo cual sugiere un alto potencial para la implementación de programas de compostaje o biodigestión. Le siguen los residuos descartables, que representan (37.37%) una parte significativa de los residuos que no puede ser reutilizados o reciclados. Por último, los residuos valorizables como papel, cartón, plástico y metal reciclable (21.77%), lo que indica una oportunidad para fortalecer la separación en origen y programas de reciclaje, ya que una quinta parte de los residuos podría ser aprovechada.

Gráfica 6. Composición de residuos en el municipio de Purísima del Rincón



Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2017

## Silao de la Victoria

Según los datos correspondientes al año 2017, en el municipio de Silao, la mayor proporción de los residuos sólidos urbanos generados corresponde a la fracción descartable, con un 50% del total. Le siguen los residuos valorizables, es decir, aquellos con potencial de reciclaje (26%), y los residuos orgánicos (24%). Esta distribución revela una oportunidad significativa para fortalecer la separación en fuente y mejorar las estrategias de valorización de residuos reciclables y orgánicos, ya que en conjunto representan casi la mitad de los residuos generados.

Gráfica 7. Composición de residuos en el municipio de Silao de la Victoria

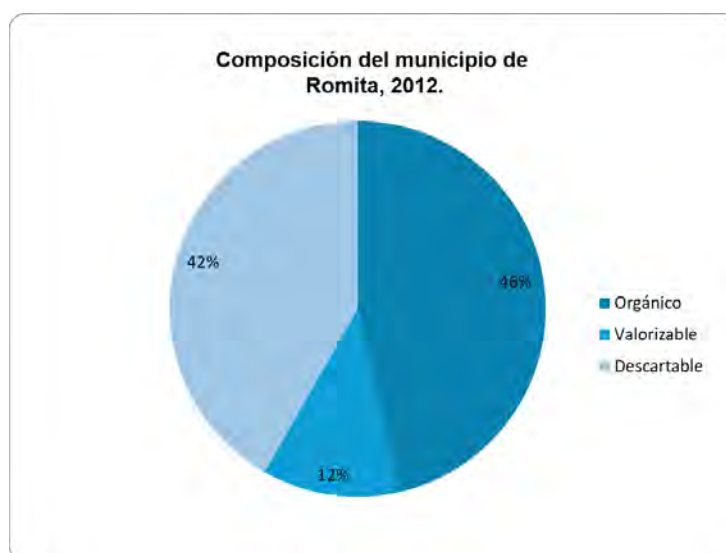


Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2017

## Romita

En el municipio de Romita, la composición de los residuos sólidos urbanos revela que la fracción orgánica representa la mayor proporción, con un 46% del total, lo cual resalta la necesidad de implementar estrategias de aprovechamiento como el compostaje. Le sigue la categoría de residuos descartables (42%), que corresponde a materiales que no pueden ser recuperados. Por último, los residuos valorizables (12%) evidencian una oportunidad significativa para fortalecer la separación en origen, el reciclaje y otras formas de valorización.

Gráfica 8. Composición de residuos en el municipio de Romita



Fuente: Elaboración propia con datos de Ayuntamiento de Romita, 2012.

## 7.2 Etapas de manejo y gestión de residuos

### 7.2.1 León de los Aldama

#### Almacenamiento domiciliario

El almacenamiento domiciliario de residuos hace referencia a la práctica de mantener temporalmente los residuos generados en el hogar, en contenedores hasta que estos sean recolectados por el servicio municipal de limpia; pudiendo dividirse en almacenamiento interno y externo.

En el municipio de León, en el almacenamiento domiciliario predomina el uso de bolsas de polietileno que son colocadas sobre la acera o frente de las viviendas, también se utilizan cajas de cartón. Es importante mencionar que en fraccionamientos de acceso controlado disponen de contenedores de plástico para evitar la presencia de fauna nociva y riesgos sanitarios (SIAP, 2020).

#### Almacenamiento no domiciliario

El almacenamiento no domiciliario, es aquel que se realiza en fuentes generadoras, distintas a las casas-habitación, como mercados, comercios, escuelas, hospitales y hoteles en la ciudad. Al igual que en el almacenamiento domiciliario, existen diferentes tipos de contenedores y recipientes para el almacenamiento de los residuos en estas instalaciones.

Por el contrario, el no domiciliario proviene de grandes generadores tales como mercados, comercios, hospitales, instituciones y plazas públicas, etc. Existen diferentes tipos de recipientes utilizados para almacenar los residuos, desde contenedores de metal y plástico como son las papeleras ubicadas en el primer cuadro de la ciudad, de acuerdo con los datos proporcionados existen aproximadamente 117 contenedores con aproximadamente 70 litros de capacidad (SIAP, 2020).

Generalmente en los sitios públicos como parques y jardines los contenedores que se utilizan para almacenar los residuos generados por los peatones se les conocen como papeleras.

#### Recolección y transporte

La recolección es un servicio público que consiste en la recogida de los residuos en el sitio donde son producidos o almacenados temporalmente, desde hogares, industrias, comercios y edificios públicos

En el municipio de León, el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos está concesionado a dos empresas privadas y se distribuye en tres zonas. La zona A está a cargo de Gestión e Innovación en Servicios Ambientales (GISA), mientras que las zonas

B y C están bajo la responsabilidad de Promotora Ambiental de la Laguna (PASA), todas con un servicio de recolección terciado.

Este sistema permite una cobertura eficiente de aproximadamente el 97.6% en la zona urbana y rural, y cumple los estándares internacionales marcados por la Organización de las Naciones Unidas y el Banco Interamericano de Desarrollo (SIAP, 2024).

Tabla 25. Características del parque vehicular para recolección de residuos

Equipo	Cantidad	Capacidad	Descripción
<b>Camión de carga a cielo abierto</b>	13	8 t	Está diseñado para facilitar el acceso y la descarga de residuos, especialmente en áreas rurales.
<b>Camiones tipo concha GISA</b>	37	33 de 20y <sup>3</sup> 4 de 25 y <sup>3</sup>	Son vehículos especializados para la recolección de residuos, diseñados con una estructura que les permite compactar la basura. Estos camiones tienen un sistema de carga y descarga que facilita la recolección de grandes volúmenes de residuos de manera eficiente. Su capacidad de compactación maximiza el espacio disponible, permitiendo transportar más residuos en cada viaje y reduciendo la frecuencia de vaciado.
<b>Camiones tipo concha PASA</b>	41	20 y <sup>3</sup>	

Fuente: SIAP, 2020

## Barrido

Las actividades del sistema de aseo urbano incluyen el barrido de calles, áreas de uso común, baldíos, vialidades, arroyos, plazas y jardines públicos, además de eventos sociales y culturales

El servicio está concesionado a 5 empresas que integran 15 cuadrillas de zona de barrido, de los cuales 372 se dedican al barrido de calles y avenidas, 37 para limpiar las estaciones de transporte público. De igual manera, el servicio de limpia incluye la actividad de recolección de envolturas, papeles y otros materiales dispersos en la vía pública, conocida como "papeleo" (SIAP, 2020).

El barrido se realiza en dos turnos: de 7:00 a.m. a 3:00 p.m. y de 12:00 p.m. a 8:00 p.m., con turnos adicionales los fines de semana.

El equipo y herramienta de trabajo con que cuenta es:

- Soplador manual a gasolina potencia mínima 1.1 HP
- Cepillo industrial de 50 cm. de largo con mango
- Conos preventivos Hoces con lima de triangulo
- Lona de malla o vinil 4 m x 4 m
- Escoba para jardín (araña metálica)
- Carritos recolectores de 200 litros color naranja
- Rastrillo para jardín metálico
- Palas Recogedores

- Varilla de 3/8 con punta
- Carretillas
- Costales y/o bolsa
- Bolsa de polietileno o poli papel cap.  
200lts
- Franel



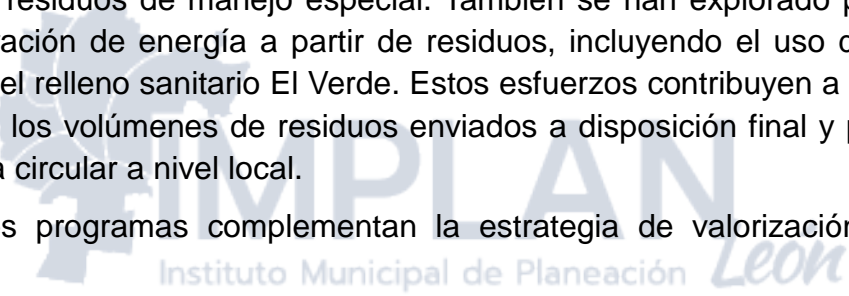
El personal asignado para las labores ha presentado cambios entre 2020 y 2024, el equipo operativo estaba compuesto por 372 trabajadores, quienes en conjunto deberían cubrir un promedio diario de 372 kilómetros. No obstante, se reportaron coberturas de aproximadamente 346.8 kilómetros, reflejando una diferencia atribuida a factores logísticos y operativos (SIAP, 2024).

### **Esquemas de valorización**

La valorización de residuos es un proceso que busca aprovechar al máximo los residuos sin perjudicar al medio ambiente ni a la salud humana. Este enfoque permite obtener nuevos materiales o reciclar parte de ellos, evitando así el uso de materias primas vírgenes. Entre los métodos más comunes se encuentran el reciclaje, el compostaje, la producción de energía, el biogás y la reutilización de materiales tecnológicos para la fabricación de nuevos dispositivos.

Además, León cuenta con centros de acopio y reciclaje para materiales como PET, cartón, vidrio y electrónicos, así como convenios con empresas especializadas en el manejo de residuos de manejo especial. También se han explorado proyectos para la generación de energía a partir de residuos, incluyendo el uso de biogás capturado en el relleno sanitario El Verde. Estos esfuerzos contribuyen a reducir la presión sobre los volúmenes de residuos enviados a disposición final y promover una economía circular a nivel local.

Los siguientes programas complementan la estrategia de valorización a nivel municipal:



**Llantatón:** El programa Llantatón, se realiza una vez año en la ciudad con la finalidad de eliminar los neumáticos que han finalizado su vida útil, se tiene un convenio con la empresa Pirelli para hacer su traslado a las cementeras.

**Red de Recuperadores:** Tiene como finalidad afiliar a los ciudadanos que se dedican a la recuperación de residuos valorizables, con el objetivo de ofrecerles un distintivo y dignificar su labor, al ofrecerles un chaleco, gorra e identificación

Esta red constituye una estrategia clave para la valorización de residuos en León, Guanajuato, un modelo que reconoce y fortalece el papel de los recolectores informales como actores fundamentales en la cadena de reciclaje. A través de esta iniciativa, se ha logrado incrementar la recuperación de materiales valorizables como cartón, papel, PET, vidrio y metales, lo que contribuye a la prolongación de la vida útil del relleno sanitario El Verde.

### Disposición final

El Centro de Tratamiento de Residuos (C.T.R.) El Verde, ubicado en el kilómetro 18.5 del predio El Caracol, al noroeste del territorio municipal. Este sitio funciona desde el año 2001 y se encuentra concesionado a la empresa Promotora Ambiental.

El CTR El Verde cumple con lo establecido en la NOM-083-SEMARNAT-2003, en cuanto a diseño, construcción, operación y monitoreo. Está clasificado como un sitio tipo A, al recibir más de 100 toneladas diarias de residuos.

Tabla 26. Características constructivas de CTR El Verde de acuerdo a la NOM-083-2003

Barrera impermeable	Extracción y control del biogás [a]	Quema o aprovechamiento del biogás	Captación y extracción del lixiviado	Recirculación y/o tratamiento del lixiviado	Drenaje pluvial	Área de emergencia
Sí	Sí	Generación de energía eléctrica	Sí	Recirculación y tratamiento	Sí	Sí

Fuente: SIAP, 2020.

Por otro lado, se cuenta con una planta generadora de energía eléctrica utilizando el biogás que se produce por la descomposición de la materia orgánica. Esta planta genera 2.8 mega watts de potencia, lo cual cubre la demanda de energía de 3000 a 4000 luminarias, esto le genera un ahorro por consumo de energía al municipio de León de alrededor de 10 a 12 millones de pesos al año (SIAP, 2020).

## Estructura Organizacional y operativa

León se distingue a nivel estatal por contar con el único organismo descentralizado en el manejo y la gestión integral de residuos. Este organismo, creado en 2008 con el objetivo de fortalecer la eficiencia operativa y técnica del servicio público de limpia, con autonomía administrativa y financiera, lo que le permite implementar políticas, programas y tecnologías enfocadas en el manejo de los residuos sólidos municipales.

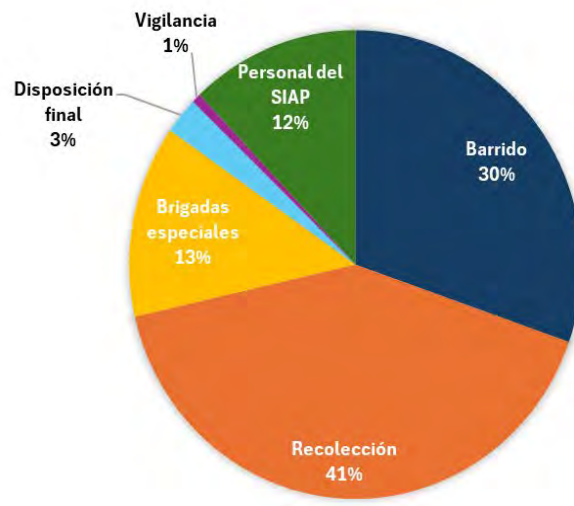
Figura 3. Organigrama del Sistema de Aseo Público de León



Fuente: SIAP, 2024.

## Recursos humanos

Gráfica 9. Porcentaje de personal de SIAP por etapa de manejo



Fuente: Elaboración propia con datos de SIAP, 2024.

## 7.2.2 San Francisco del Rincón

### Almacenamiento

En la etapa de almacenamiento temporal en el municipio de San Francisco del Rincón dentro de la zona urbana existen un total de 43 contenedores en operación y 36 contenedores en reserva de diferentes capacidades, estructuras y diseños. Se identificaron 21 contenedores distribuidos en la zona urbana y principalmente en localidades (SMAOT, 2017).

El almacenamiento en espacios públicos como son calles, parques, plazas y otros sitios de convivencia ciudadana, generalmente acumulan restos alimenticios, envolturas, colillas de cigarrillos, envases, embalajes y envolturas que se almacenan principalmente en papeleras.

### Recolección y transporte

De acuerdo con datos del Censo de Población y Vivienda (2020), la prestación del servicio de recolección se brinda a 130,871 habitantes en aproximadamente 214 comunidades, con una tasa de crecimiento anual de 1.43%. Estas personas habitan en cerca de 30,435 viviendas, de las cuales el 60% se encuentran en la cabecera municipal y el resto en más de 200 localidades (Municipio de San Francisco del Rincón, 2023).

El servicio de recolección está integrado por 35 rutas de recolección, de las cuales 9 son rurales, 14 urbanas y 12 combinan zona urbana y rural, estas operan en turnos matutino y vespertino. El turno matutino cuenta con un horario promedio de 6:24 a 15:24, y el turno nocturno de 20:20 a 02:03.

### Barrido

La gestión del servicio de barrido manual está a cargo de la Dirección de Servicios Públicos Municipales, quien lo realiza de manera directa. Respecto a la operatividad del servicio, los trabajadores de servicios públicos son asignados por el coordinador a los bulevares que no se barren a diario, su asignación se realiza según el estado de cada bulevar, su tamaño y estatus de limpieza (SMAOT, 2017).

El servicio de limpieza se realiza en 12 calles en la zona urbana, en algunos casos se abarca la calle completa y en otras solo en un tramo específico, con un total de 10.80 km. Los sitios públicos fijos como plazas, parques y jardines, suman una superficie aproximada de 71,425 metros cuadrados (SMAOT, 2017).

### Esquemas de valorización

Se identificaron prácticas de compostaje, se realizan en el Vivero Municipal, localizado La Muralla, Jesús del Monte. Es administrado por Servicios Públicos Municipales y en el sitio solo se identificaron a dos personas encargadas

La materia prima que se les proporciona principalmente es el rumen del Rastro Municipal, sin embargo, el último dato del que se tiene registro que se recibieron residuos fue en el año 2016, el motivo son los costos adicionales de traslado (SMAOT, 2017).

### Disposición final

El sitio de disposición final de San Francisco del Rincón, se ubica en la comunidad Loma de Macho, a la salida de la ciudad de San Francisco sobre la autopista No. 37 y la carretera del Mezquitillo rumbo a Jesús del Monte, es considerado como sitio controlado debido a que carece de algunas medidas técnicas de operación y monitoreo (SMAOT, 2017).

Tabla 27. Características constructivas de acuerdo a la NOM-083-2003

Barrera impermeable	Extracción y control del biogás [a]	Quema o aprovechamiento del biogás	Captación y extracción del lixiviado	Recirculación y/o tratamiento del lixiviado	Drenaje pluvial	Área de emergencia
Sí	Solo pozos de venteo	No	No	No	No	No

Fuente: SMAOT, 2017.

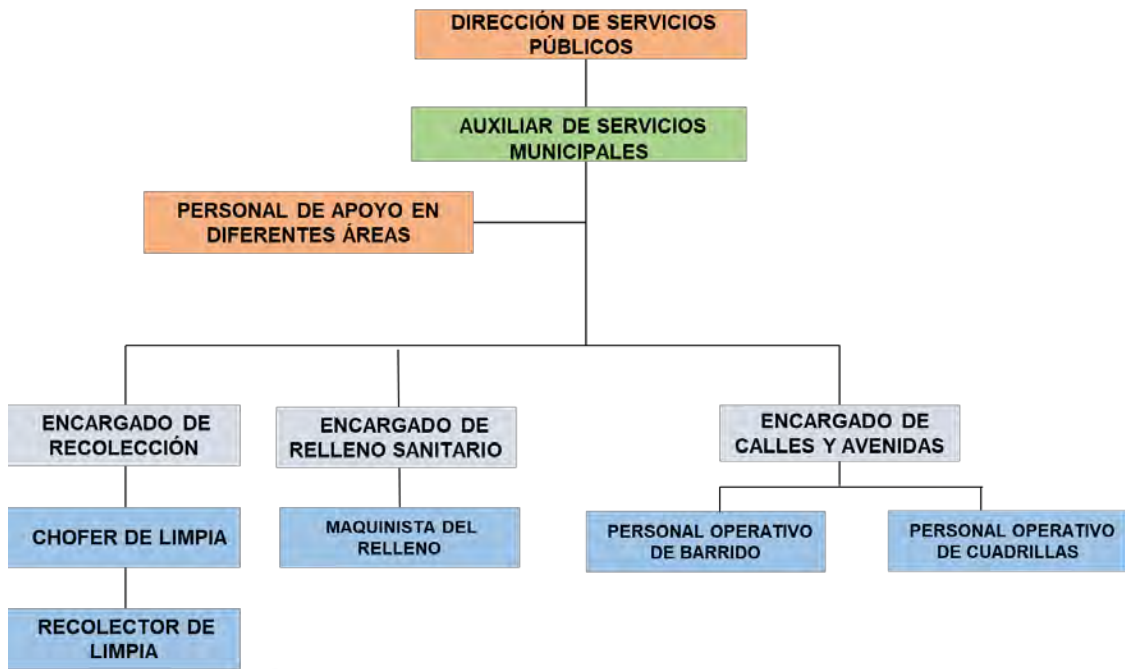
### Sector informal

De acuerdo con el Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, en el caso del sector informal, en 2009 se identificaron 29 personas del sector informal en el sitio de disposición final (IEEG, 2009). Por parte de la Dirección de Desarrollo Social se tiene indicio sobre la implementación de un esquema de valorización similar a la Red de Recuperadores, aunque de menor alcance, se les brinda un distintivo de gorra y chaleco, incluso en algunos casos se les proporcionan triciclos a las personas que realizan la segregación de valorizables.

### Estructura organizacional y operativa

En San Francisco del Rincón, la Dirección de Servicios Públicos, dependencia centralizada del gobierno municipal, es el organismo responsable de las etapas de manejo y operación del sistema municipal de residuos.

Figura 4. Organigrama Dirección de Servicios Públicos de San Francisco del Rincón

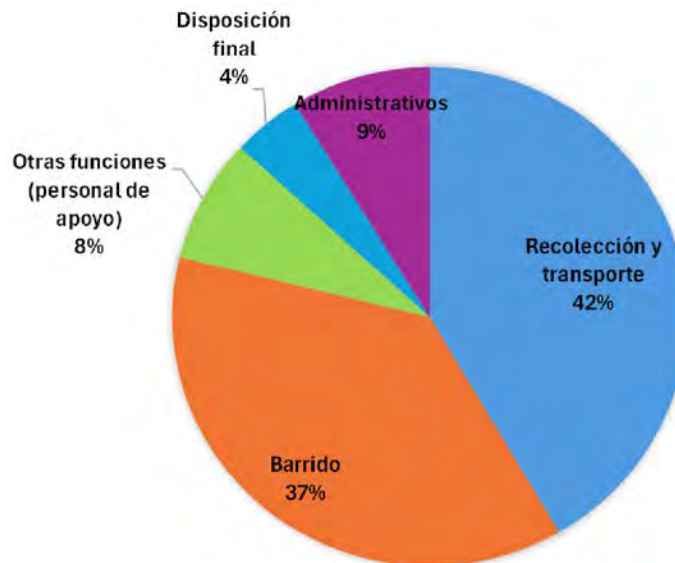


Fuente: Dirección de Servicios Públicos Municipales de SFR

### Recursos humanos

En 2024, la Dirección de Servicios Públicos Municipales contó con un total de 195 personas en su plantilla laboral, distribuidos según las distintas funciones y etapas operativas que desarrolla la institución.

Gráfica 40. Cantidad de personal por etapa de manejo en San Francisco del Rincón



Fuente: Elaboración propia con datos de la Dirección de Servicios Municipales de SFR.

### 7.2.3 Purísima del Rincón

#### Almacenamiento domiciliario

En el municipio de Purísima del Rincón el almacenamiento temporal de los residuos en fuentes domiciliarias, no existen contenedores del municipio, en su mayoría es inadecuado y se presentan en una diversidad de recipientes, afectando directamente la eficiencia del servicio de recolección (SMAOT, 2023).

#### Almacenamiento no domiciliario

En el municipio de Purísima del Rincón se identificaron 21 contenedores distribuidos en la zona urbana, 12 contenedores de  $1.0777 m^3$ , 2 contenedores de  $0.612 m^3$ , 2 contenedores de  $1.224 m^3$ , 3 contenedores de  $1.836 m^3$ , 1 contenedor de  $0.954 m^3$  y 1 contenedor de  $0.663 m^3$ , lo que suma una capacidad instalada total de  $23.7 m^3$  (SMAOT, 2023).

El mantenimiento de los contenedores se lleva a cabo con base en los reportes generados por el personal de supervisión, incluye actividades como pintado, reparaciones de herrería y limpieza de los contenedores.

En los espacios públicos urbanos, es común la acumulación de restos alimenticios, envolturas, colillas de cigarro, envases y embalajes, para gestionar estos residuos, se utilizan papeleras como método principal de almacenamiento.

#### Recolección y transporte

En el municipio de Purísima del Rincón se cuenta con 10 vehículos para la recolección de residuos sólidos urbanos, de los cuales 9 de estos trabajan de forma permanente y cuentan con una ruta asignada, así como un camión de apoyo (postureo) que se utiliza en casos emergentes. El personal de recolección se integra por un total de 27 trabajadores, cada ruta se conforma por un chofer y dos ayudantes (SMAOT, 2023).

Actualmente, el municipio implementa los tres métodos: el tipo de acera es predominante en la zona urbana; el tipo de parada fija se emplea principalmente en localidades rurales; y el tipo de contenedor se utiliza en espacios públicos, zonas de alta generación de residuos y también en localidades rurales.

La prestación del servicio de recolección se realiza en todas las localidades de los municipios, el 62% de la población recibe el servicio de recolección diaria, el 2.3% seis veces por semana, el 1.2% cuatro veces por semana, 10.3% tres veces por semana, 18.7% dos veces y 5.3% una vez por semana (SMAOT, 2023).

El análisis de tiempos y movimientos revela que, en promedio, las unidades de transporte de residuos dedican el 56% de su jornada laboral a la recolección efectiva

de residuos sólidos, mientras que el 26% corresponde al traslado sin recolección (SMAOT, 2017).

### **Barrido**

El personal de barrido manual en Purísima del Rincón utiliza carritos metálicos sobre ruedas, con piso de lámina, diseñados para facilitar el traslado de los residuos recolectados. En 2022 el personal de barrido estaba compuesto por un total de 42 personas, distribuidos en 18 hombres y 24 mujeres.

Los trabajadores avanzan por las áreas asignadas, recolectando los residuos mientras cubren las zonas de trabajo, este método permite una limpieza más detallada y adecuada para las calles y áreas con mayor acumulación de basura o escombros, asegurando una limpieza a fondo

Además, se cuenta con una barredora manual Karcher KM 70/20, de fabricación casera, que es remolcada por un tractor agrícola. Esta máquina facilita la limpieza de áreas más grandes y principales, como bulevares y avenidas, permitiendo una cobertura más rápida y eficiente en comparación con el barrido manual.

### **Esquemas de valorización**

En el municipio de Purísima del Rincón, la población en general no separa los residuos sólidos generados en sus hogares. No obstante, existen personas que se dedican a extraer materiales valorizables de las bolsas que se colocan en la vía pública para su recolección, posteriormente son llevados a un centro de acopio denominado “Recuperador del Valle”.

### **Sector informal**

De acuerdo al censo realizado en 2022, las personas dedicadas a la “pepena” tienen un promedio de edad de 42 años y nivel de escolaridad la educación primaria, trabajan esperando las descargas de los vehículos de recolección para separar los materiales valorizables y no tienen un horario establecido para realizar sus labores de separación y tampoco un vínculo formal con el gobierno municipal.

### **Disposición final**

El sitio de disposición final de los residuos sólidos urbanos del municipio de Purísima del Rincón se localiza aproximadamente a 7 kilómetros del centro de la cabecera municipal de Purísima del Rincón, inicio operaciones desde 2010 con una extensión de 7.56 hectáreas; no cuenta con obras complementarias de protección ambiental de acuerdo a la normatividad en materia de residuos (SMAOT, 2023).

Tabla 28. Características constructivas del sitio de disposición final de acuerdo a la NOM-083-2003

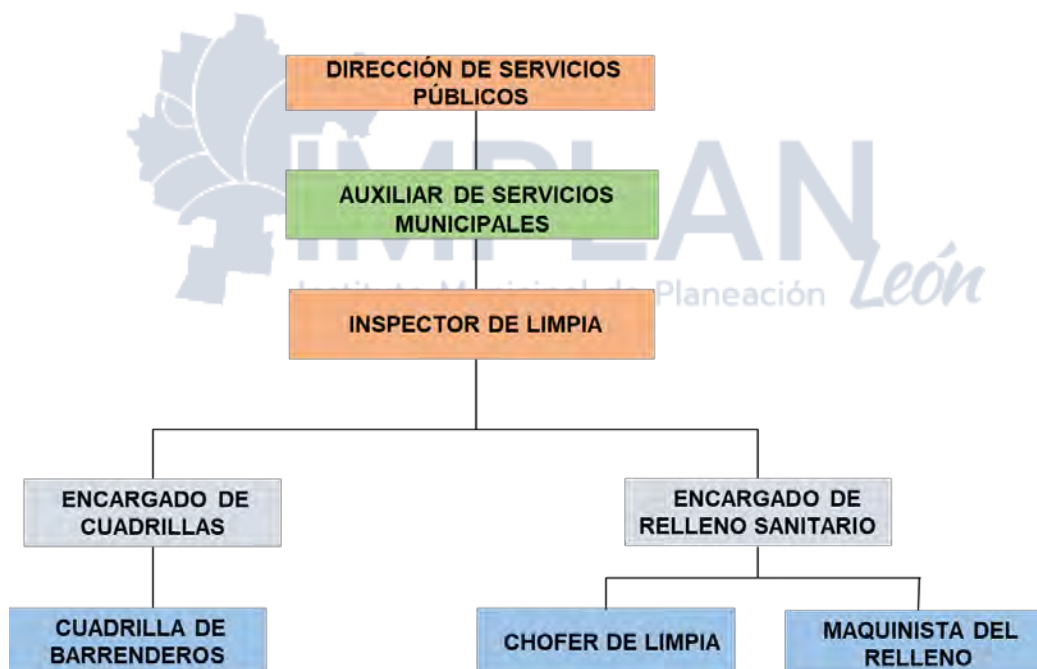
Barrera impermeable	Extracción y control del biogás [a]	Quema o aprovechamiento del biogás	Captación y extracción del lixiviado	Recirculación y/o tratamiento del lixiviado	Drenaje pluvial	Área de emergencia
Sí	Solo pozos de venteo	No	No	No	No	No

Fuente: SMAOT, 2017

## Estructura organizacional y operativa

En Purísima del Rincón, la Dirección de Servicios Públicos, dependencia centralizada del gobierno municipal, es el organismo responsable de las etapas de manejo y operación de residuos.

Figura 5. Organigrama Dirección de Servicios Públicos de Purísima del Rincón



Fuente: Dirección de Servicios Públicos Municipales

## Recursos humanos

La Dirección de Servicios Públicos Municipales se integra por 129 empleados, de los cuales el 38.76% pertenecen al equipo de barrido y limpieza, 23.26% a las rutas de recolección, el 14.73% a las actividades de mantenimiento de espacios públicos.

Tabla 29. Personal contratado por etapa de manejo en Purísima del Rincón

Etapa	Cantidad de personal (2022)
Recolección de basura	30
Cuadrilla de mantenimiento de espacios públicos	19
Cuadrilla de pipas de agua potable	4
Cuadrilla de agua tratada	2
Cuadrilla de alumbrado público	4
Reportes y atención ciudadana	2
Equipo de barrido y limpieza (plazas, jardines y calles)	50
Equipo de mantenimiento y herrería	7
Administrativo	3
Encargados de área	6
Directivos	2
<b>Total</b>	<b>129</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de la SMAOT, 2023.

## 7.2.4 Silao de la Victoria

### Almacenamiento domiciliario

El almacenamiento temporal mediante contenedores en fuentes domiciliarias se implementa en calles o áreas donde las características físicas impiden el acceso del camión recolector. En ese año se contaba con 15 contenedores ubicados en Acapulquito, Solidaridad, Colonias Nuevo México, El Coyote, Peñitas, Fracc. El Palmar, Pentágono, Fresnos y Chichimequillas.

### Almacenamiento no domiciliario

El almacenamiento no domiciliario se encuentra exclusivamente en espacios públicos y sitios con mayor generación de residuos provenientes de mercados, panteones y centros deportivos. No se dispone de información sobre las industrias, ya que estos datos son gestionados internamente por las empresas privadas.

### Recolección y transporte

Según los datos proporcionados en 2017, el servicio de recolección se encontraba concesionado a la empresa SETASA Proactiva Medio Ambiente, Veolia. La concesionaria contaba con 16 rutas domiciliarias y 1 de apoyo, son fijas e ingresan al sitio de disposición final de 5 a 7 veces, además cada ruta cuenta con 1 chofer y dos ayudantes, con un total de 53 personas de personal operativo (SMAOT, 2017).

El servicio tiene 2 turnos, el primero con un horario de 5:00 am a 1:00 pm y el segundo de 3:00 pm a 10:00 pm. Para ese mismo año, se tenía una cobertura de recolección del 4.87%, con 24 localidades atendidas.

### Barrido

La prestación del servicio de barrido se realizaba bajo un esquema mixto que combina la gestión directa del municipio, a través de la Dirección de Servicios Públicos Municipales, y una concesión privada.

Por un lado, el municipio coordina al personal encargado de las labores de barrido en horarios definidos, mientras que la concesión privada complementa las actividades con un esquema operativo de 24 horas. En 2017 se contaba con una cuadrilla integrada por 8 barredores (6 mujeres y 2 hombres) y 5 supervisores, además de 20 personas de la concesión (SMAOT, 2017).

El Departamento de Limpia lleva a cabo las labores de barrido manual en un horario de 6:00 a.m. a 2:00 p.m., con una jornada laboral de 7 horas.

Las actividades de barrido inician a las 6:00 a.m. en el punto de reunión denominado "Cine Montes", donde el supervisor organiza a los trabajadores y los distribuye en diferentes zonas para realizar el barrido. El transporte del personal y los residuos se realiza en una camioneta RAM 2011 equipada con un sistema hidráulico y un contenedor acondicionado para recoger los residuos (SMAOT, 2017).

### Esquemas de valorización

En el municipio de Silao no existe un proceso de separación interna de residuos; todo se destina directamente a la disposición final. Además, la recolección informal de materiales reciclables está prohibida, lo que impide a personal del sector informal separar y aprovechar estos residuos.

### Disposición final

El sitio de disposición final de Silao, se encuentra ubicado en el kilómetro 4 de la carretera Silao – San Felipe, era operado por la empresa SETASA-PROACTIVA, con operaciones desde 2015; recibía alrededor de 100 a 130 toneladas de residuos (SMAOT, 2017).

Tabla 30. Características constructivas del sitio de disposición final de acuerdo a la NOM-083-2003

Barrera impermeable	Extracción y control del biogás [a]	Quema o aprovechamiento del biogás	Captación y extracción del lixiviado	Recirculación y/o tratamiento del lixiviado	Drenaje pluvial	Área de emergencia

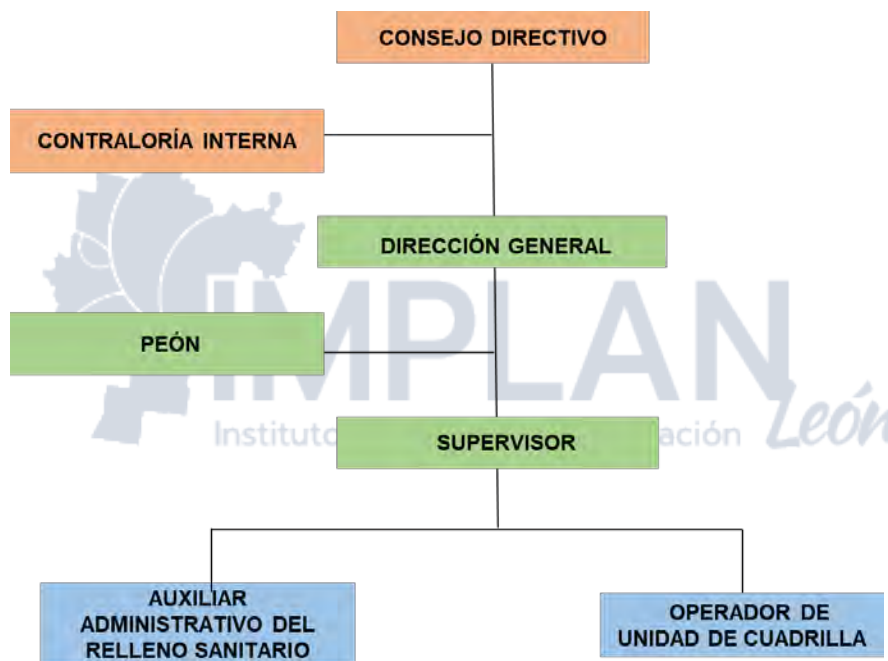
Sí	Solo pozos de venteo	No	Sí	Recirculación	Sí	No
----	----------------------	----	----	---------------	----	----

Fuente: SMAOT, 2017

## Estructura organizacional

El manejo y gestión de residuos en el municipio de Silao de la Victoria está a cargo de la Dirección General de Servicios Públicos Municipales a través de la Dirección de Servicios Básicos y su Departamento de Limpia.

Figura 6. Organigrama del Departamento de Limpia de Silao de la Victoria

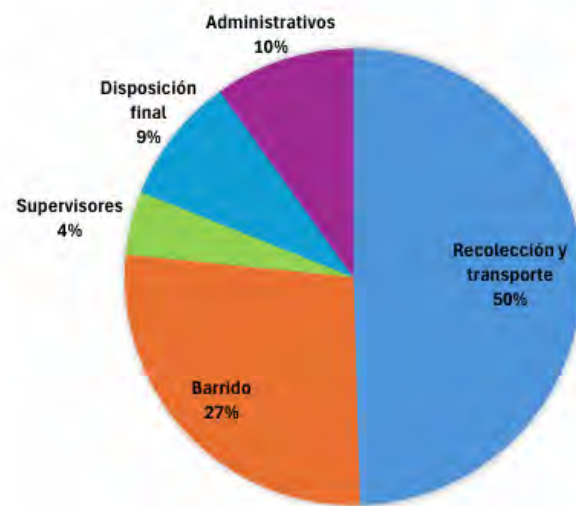


Fuente: SMAOT, 2017.

## Recursos humanos

En 2017 se reportaron un total de 22 personas en la nómina del departamento de limpia, de las cuales 13 personas laboraban de forma directa en esa dependencia. Además, de 5 personas de otras dependencias se encontraron realizando funciones del departamento de limpia (SMAOT, 2017).

Gráfica 11. Porcentaje de personal por etapa de manejo en Silao de la Victoria



Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2017.

## 7.2.5 Romita

### Almacenamiento

El Municipio de Romita, no dispone de un sistema de almacenamiento mediante contenedores. En la cabecera municipal se identificaron 10 contenedores de 200 litros para que los peatones dispongan sus residuos cuando realizan alguna actividad recreativa o de trabajo (Ayuntamiento del Municipio de Romita, 2012).

### Recolección

La recolección de residuos sólidos urbanos en el municipio de Romita de Liceaga es brindada por el Ayuntamiento tanto para los generadores domésticos como los no domésticos (servicios, instituciones, etc.). Las rutas de recolección están diseñadas para cubrir tanto el centro de la ciudad como las colonias y comunidades más alejadas (Ayuntamiento de Romita, 2012). Las principales rutas son:

- Zona Centro y Colonias Aledañas: Debido a la alta densidad de población y la gran cantidad de residuos generados diariamente, esta área recibe atención diaria con recorridos frecuentes.
- Comunidades Reportadas: Las rutas en estas áreas están programadas para una o dos veces por semana, utilizando principalmente el camión tolva y el camión de redilas para manejar los volúmenes de residuos.

La recolección de residuos se realiza con una frecuencia diaria, se realiza una o dos veces por semana, dependiendo de las necesidades específicas. Los horarios de atención son de lunes a domingo de 6:00 a 13:00 horas y de 21:00 a 3:00 horas.

### Barrido

El servicio de barrido en el municipio de Romita, Guanajuato, está a cargo de la Dirección de Servicios Públicos, específicamente de la coordinación de Limpia. Este servicio se lleva a cabo de manera manual, y se enfoca principalmente en los espacios públicos tales como parques, plazas, principales vialidades y áreas verdes, con un total de 7 rutas programadas de manera regular (Ayuntamiento de Romita, 2012).

El servicio de barrido manual en el municipio estaba conformado en 2012 por un equipo de 11 personas, quienes eran los responsables de mantener la limpieza de espacios públicos como parques, plazas, vialidades principales y áreas verdes.

### Esquemas de valorización

La separación de subproductos reciclables se lleva a cabo de forma manual por medio de 10 a 18 recolectores informales, debido a que el manejo del sitio es llevado a cabo por un particular, la separación de subproductos es independiente al personal contratado por el municipio (Ayuntamiento de Romita, 2012).

Se calcula que, respecto a la generación total de residuos sólidos, sólo se recupera en el sitio de disposición final aproximadamente 1.21% del total de los residuos sólidos depositados en el sitio (Ayuntamiento de Romita, 2012).

### Disposición final

El sitio de disposición final del municipio de Romita se ubica en la Comunidad del Escoplo, en las coordenadas geográficas X 237,177.00; Y 2,315,070.00

Según la información recabada en la Dirección de Servicios Públicos Municipales y en la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología, la operación del actual sitio de disposición final de residuos sólidos data del año 2003.

El método utilizado para la disposición de los residuos es de área, el cual consiste en que los vehículos que ingresan depositan los residuos en el frente de trabajo, en donde se efectúa la separación de materiales reciclables y, posteriormente la retroexcavadora acomoda los residuos, los compacta al pasar sobre los mismos y la cobertura se realiza cada 2 o 3 días.

Tabla 31. Características constructivas del sitio de disposición final de acuerdo a la NOM-083-2003

Barrera impermeable	Extracción y control del biogás [a]	Quema o aprovechamiento del biogás	Captación y extracción del lixiviado	Recirculación y/o tratamiento del lixiviado	Drenaje pluvial	Área de emergencia
Sí	No	No	No	No	No	No

Fuente: Elaboración propia

### Estructura organizacional y operativa

El organismo responsable del manejo y gestión de residuos en el municipio Romita es la Dirección de Servicios Públicos a través de una Coordinación de Limpia, como dependencia de apoyo existe la Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología.

### Recursos humanos

De acuerdo al último diagnóstico realizado en el municipio, en 2012 se reportaron un total de 35 personas distribuidas según las etapas de manejo activas: 11 para barrido, 22 para recolección y 2 para disposición final.

Figura 7. Organigrama Dirección de Servicios Públicos Municipales de Romita



Fuente: Manual Organizacional, 2020.

### 7.3 Etapas de manejo de residuos en la zona metropolitana

Las variaciones en la aplicación y efectividad de estas etapas evidencian que los municipios aún enfrentan desafíos significativos para lograr una gestión integral de los residuos, como se muestra en la siguiente matriz por municipio.

Figura 8. Etapas de manejo de residuos por municipio de la ZML

Etapas de Manejo de Residuos								
Municipio	Barrido		Recolección		Transferencia y Brigadas		Valorización	Disposición
León	Barrido manual	Barrido mecánico	Recolección y transporte	Recolección selectiva	Transferencia y transporte	Brigadas especiales	Valorización	Disposición final
Purísima	Barrido manual	Barrido mecánico	Recolección y transporte	Recolección selectiva	Transferencia y transporte	Brigadas especiales	Valorización	Disposición final
San Fco.	Barrido manual	Barrido mecánico	Recolección y transporte	Recolección selectiva	Transferencia y transporte	Brigadas especiales	Valorización	Disposición final
Romita	Barrido manual	Barrido mecánico	Recolección y transporte	Recolección selectiva	Transferencia y transporte	Brigadas especiales	Valorización	Disposición final
Silao	Barrido manual	Barrido mecánico	Recolección y transporte	Recolección selectiva	Transferencia y transporte	Brigadas especiales	Valorización	Disposición final
	Etapa Activa							
	Etapa Inactiva o que no Existe							

Fuente: Elaboración propia.

La comparación entre municipios revela diferencias significativas en la implementación de las etapas del manejo de residuos. El municipio de León destaca por contar con un esquema funcional, con presencia activa en prácticamente todas las etapas de manejo de residuos. Purísima del Rincón y San Francisco del Rincón también muestran avances importantes, aunque con áreas puntuales de mejora, especialmente en la valorización.

Por otro lado, Romita y Silao de la Victoria presentan rezagos notables, con varias etapas inactivas o inexistentes, particularmente en la recolección selectiva, brigadas especiales y valorización, lo que limita su eficiencia en la gestión integral de residuos. En conjunto, los resultados reflejan la necesidad de fortalecer capacidades técnicas, operativas y de infraestructura en los municipios con mayores dificultades.

#### **7.4 Residuos de manejo especial**

De acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos los residuos de manejo especial son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos (DOF, 2003)

Los residuos de manejo especial representan una fracción significativa dentro de la gestión integral de residuos en los municipios de León, Silao, Romita, San Francisco del Rincón y Purísima del Rincón. Estos residuos, que incluyen materiales como neumáticos fuera de uso, residuos de la construcción, electrónicos, industriales y agroindustriales, requieren atención diferenciada por su volumen, características físicas o riesgos asociados. En esta región del estado de Guanajuato, la creciente actividad industrial, comercial y agropecuaria ha incrementado su generación, demandando estrategias para su manejo, control y aprovechamiento.

La Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato (SMAOT), ahora Secretaría del Agua y del Medio Ambiente (SAMA), emitió diversos documentos sobre residuos de manejo especial, cuyos resultados principales se plasman a continuación.

- Diagnóstico Estatal de generación y composición de Residuos de manejo especial 2018 (SMAOT, 2019a)
- Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición Versión Ejecutiva (SMAOT, 2019b).

- Plan de Manejo Residuos Orgánicos sector alimenticio Versión Ejecutiva (SMAOT, 2019c).
- Plan de Manejo de Neumáticos elaborado por el Instituto Estatal de Ecología en el año 2013.

Tabla 32. Generación de orgánicos categorizados como RME

Municipio	Comercio al por menor	Comercio al por mayor	Industria alimentaria	Hoteles	Restaurantes	Residuos agrícolas por municipio	Excretas animales	Total	Porcentaje estatal
León	9,073	62,690	74,484	1,755	462	43,920	87	192,470	6%
Purísima del Rincón	284	2,522	1,101	17	19	45,534	771	50,248	1%
Romita	142	2,522	2,341	14	8	47,019	46	52,092	2%
San Francisco del Rincón	567	2,522	16,101	73	46	50,817	614	70,739	2%
Silao de la Victoria	567	5,044	26,560	482	40	50,622	60	83,376	2%
<b>TOTAL</b>	<b>10,632</b>	<b>75,300</b>	<b>120,588</b>	<b>2,340</b>	<b>575</b>	<b>237,912</b>	<b>1,578</b>	<b>448,926</b>	<b>13%</b>
<b>Total general</b>	<b>24,099</b>	<b>299,773</b>	<b>621,950</b>	<b>6,255</b>	<b>1,402</b>	<b>2,485,005</b>	<b>24,889</b>	<b>3,472,573</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2019c.

Tabla 33. Generación de residuos de construcción y demolición.

Municipio	Toneladas al año	Toneladas al día	% de generación estatal
León	394,753	1,082	25.40%
Purísima del Rincón	27,607	76	1.80%
Romita	19,760	54	1.30%
San Francisco del Rincón	31,694	87	2.00%
Silao de la Victoria	54,705	150	3.50%
<b>Total</b>	<b>528,518</b>	<b>1,448</b>	<b>34.00%</b>
<b>Total estatal</b>		<b>4,259</b>	

Fuente: Elaboración propia con datos SMAOT, 2019b.

Tabla 34. Generación de neumáticos fuera de uso (NFU).

Municipio	Toneladas al año	Toneladas al día	% de generación estatal
León	5,402	15	31.5%
Purísima del Rincón	283	1	1.7%
Romita	112	0	0.7%
San Francisco del Rincón	750	2	4.4%
Silao de la Victoria	1,523	4	8.9%
<b>Total</b>	<b>8,070</b>	<b>22</b>	<b>47.0%</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2019a.

De acuerdo con los datos del Diagnóstico Estatal de generación y composición de Residuos de Manejo Especial 2019 en el municipio de León prevalece una alta concentración de residuos, de alrededor de 2.3 millones de toneladas anuales, lo que representa el 21% del total estatal. Este municipio destaca especialmente en la generación de residuos de la construcción y demolición (394,753 t/año) y del resto de residuos de manejo especial (1,721,834 t/año) (SMAOT, 2019a).

Tabla 35. Generación de residuos de manejo especial

Municipio	Residuos orgánicos (t/año)	RCD (t/año)	NFU (t/año)	Resto de RME (t/año)	Toneladas al año	Toneladas al día	% de la generación total estatal
León	192,470	394,753	5,402	1,721,834	2,314,459	6,341	21%
Purísima del Rincón	50,248	27,607	283	90,431	168,569	462	2%
Romita	52,092	19,760	112	35,307	107,270	294	1%
San Francisco del Rincón	70,739	31,694	750	238,851	342,033	937	3%
Silao de la Victoria	83,376	54,705	1,523	485,774	625,379	1,713	6%
<b>TOTAL</b>	<b>448,926</b>	<b>528,518</b>	<b>8,070</b>	<b>2,572,197</b>	<b>3,557,710</b>	<b>9,747</b>	<b>32%</b>

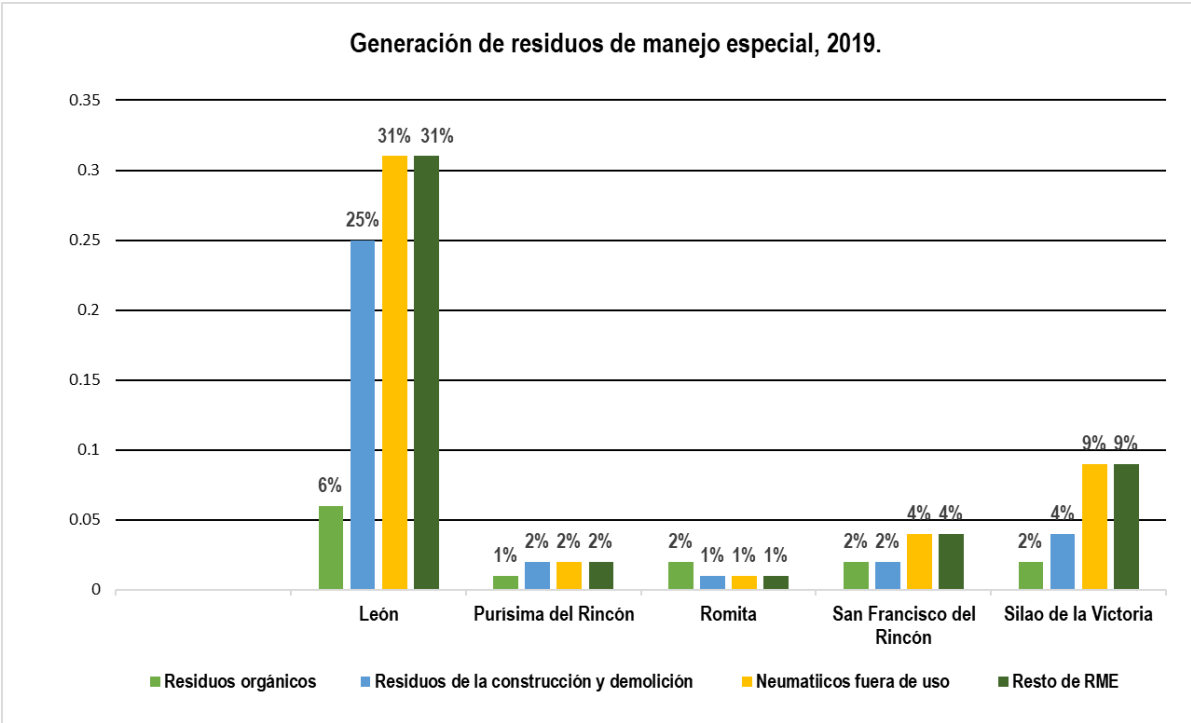
Fuente: Elaboración propia con datos SMAOT, 2019a.

Después de León, Silao de la Victoria reporta una generación anual de 625,379 toneladas (6% del total estatal), atribuido a la vocación industrial de la zona, con una alta proporción de residuos orgánicos y del sector manufacturero. San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y Romita, aunque con volúmenes

menores, también aportan flujos importantes de residuos, particularmente orgánicos y de construcción, reflejando su actividad agroindustrial.

En conjunto, estos cinco municipios concentran el 32% de la generación total estatal de residuos de manejo especial, evidenciando la necesidad de implementar estrategias regionales diferenciadas para su manejo adecuado y aprovechamiento.

Gráfica 5. Generación de residuos de manejo especial en los municipios de estudio



Fuente: Elaboración propia con datos de SMAOT, 2019a.

Esta información subraya la importancia de fortalecer los planes de manejo municipal, promover la valorización de flujos específicos como los residuos de construcción, neumáticos y orgánicos, y fomentar una visión regional coordinada que permita mejorar la eficiencia en la gestión de residuos de manejo especial y reducir sus impactos ambientales.

## 8. SISTEMA DE INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN Y CONTROL DE LA GESTIÓN MUNICIPAL DE RESIDUOS

Como parte de la metodología desarrollada se evaluaron una serie de indicadores relacionados con la recolección, barrido, disposición final y gobernanza. Estos aspectos influyen directamente en la situación de cada municipio y en el comportamiento del manejo integral de residuos a nivel metropolitano.

### León de los Aldama

Recolección	Estatus	Barrido	Estatus
Población atendida por el servicio de recolección	Bueno	Personal formal de barrido por cada 10000 habitantes	Regular
Población formal de recolección por cada 100 toneladas	Bueno	Rendimiento de barrido (km)	Regular
Costo de recolección	Bueno	Costo de barrido	Bueno
Rendimiento de trabajo en recolección	Bueno		
Disposición Final	Estatus	Gobernanza	Estatus
Vida útil disponible del sitio de disposición final	Regular	Existencia de legislación	Bueno
Tipo de sitio de disposición final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Bueno	Diagnóstico de la gestión de los residuos	Bueno
Cumplimiento de criterios de infraestructura, operación y control	Bueno	Coordinador del servicio	Bueno
		Presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos	Bueno
		Inclusión del sector informal	Bueno

## San Francisco del Rincón

Recolección	Estatus	Barrido	Estatus
Población atendida por el servicio de recolección	Regular	Personal formal de barrido por cada 10000 habitantes	Bueno
Personal formal de recolección por cada 1000 toneladas	Bueno	Rendimiento de barrido (km)	Deficiente
Rendimiento del trabajo en recolección	Deficiente	Costo de barrido	Regular
Costo de recolección	Bueno		
Disposición Final	Estatus	Gobernanza	Estatus
Vida útil disponible del sitio de disposición final	Regular	Existencia de legislación	Bueno
Cumplimiento de criterios de infraestructura, operación y control	Deficiente	Diagnóstico de la gestión de residuos	Bueno
Personal formal en disposición final por cada 1000 toneladas	Bueno	Coordinador del servicio	Regular
Tipo de Sitio de Disposición Final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Regular	Presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos	Deficiente

## Purísima del Rincón

Recolección	Estatus	Barrido	Estatus
Población atendida por el servicio de recolección	Regular	Personal formal de barrido por cada 10000 habitantes	Bueno
Personal formal de recolección por cada 1000 toneladas	Bueno	Rendimiento de barrido (km)	Regular
Rendimiento del trabajo en recolección	Bueno	Costo de barrido	Regular
Costo de recolección	Deficiente		
Disposición Final	Estatus	Gobernanza	Estatus
Vida útil disponible del sitio de disposición final	Regular	Existencia de legislación	Regular
Cumplimiento de criterios de infraestructura, operación y control	Deficiente	Diagnóstico de la gestión de residuos	Deficiente
Personal formal en disposición final por cada 1000 toneladas	Bueno	Coordinador del servicio	Bueno
Tipo de Sitio de Disposición Final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Deficiente	Presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos	Deficiente

## Silao de la Victoria

Recolección	Estatus	Barrido	Estatus
Personal formal de recolección por cada 1000 toneladas	Bueno	Personal formal de barrido por cada 10000 habitantes	Deficiente
Rendimiento del trabajo en recolección	Deficiente	Rendimiento de barrido (km)	Deficiente
Costo de recolección	Bueno	Costo de barrido	Deficiente
Disposición Final	Estatus	Gobernanza	Estatus
Vida útil disponible del sitio de disposición final	Deficiente	Existencia de legislación	Regular
Cumplimiento de criterios de infraestructura, operación y control	Regular	Diagnóstico de la gestión de residuos	Deficiente
Personal formal en disposición final por cada 1000 toneladas	Bueno	Coordinador del servicio	Regular
Tipo de Sitio de Disposición Final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Bueno	Presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos	Deficiente

## Romita

Recolección	Estatus	Barrido	Estatus
Personal formal de recolección por cada 1000 toneladas	Regular	Personal formal de barrido por cada 10000 habitantes	Deficiente
Rendimiento del trabajo en recolección	Bueno	Rendimiento de barrido (km)	Regular
Costo de recolección	Deficiente	Costo de barrido	Regular
Disposición Final	Estatus	Gobernanza	Estatus
Vida útil disponible del sitio de disposición final	Deficiente	Existencia de legislación	Regular
Cumplimiento de criterios de infraestructura, operación y control	Deficiente	Diagnóstico de la gestión de residuos	Regular
Personal formal en disposición final por cada 1000 toneladas	Bueno	Coordinador del servicio	Regular
Tipo de Sitio de Disposición Final de acuerdo a la NOM-083-SEMARNAT-2003	Regular	Presupuesto específico y diferenciado para la gestión de residuos	Deficiente

## Resumen de indicadores por etapas

### León de los Aldama

- **Recolección:** Presenta un buen desempeño en esta etapa, con cobertura amplia del servicio, adecuada dotación de personal, bajos costos operativos y un rendimiento de trabajo eficiente, lo que se refleja en una calificación general aceptable en todos los indicadores evaluados.
- **Barrido:** El desempeño en barrido es aceptable, indicando oportunidades de mejora en el número de personal por habitante y el rendimiento por kilómetro, el sistema mantiene niveles operativos funcionales.
- **Disposición Final:** Esta etapa cumple con criterios técnicos y normativos, se tiene como área de mejora ampliar la vida útil del sitio de disposición final, que requiere atención prioritaria.
- **Gobernanza:** Es el municipio mejor estructurado en gobernanza, con legislación vigente, diagnóstico actualizado, coordinación efectiva del servicio, presupuesto específico y mecanismos de inclusión del sector informal.

### San Francisco del Rincón

- **Recolección:** El desempeño en recolección es regular, con cobertura aceptable y personal suficiente, pero con un rendimiento de trabajo bajo que compromete la eficiencia del servicio; el costo se mantiene en niveles adecuados.
- **Barrido:** El municipio enfrenta deficiencias importantes, especialmente en el rendimiento por kilómetro, lo que limita la efectividad del servicio indicando una oportunidad de mejora.
- **Disposición Final:** Esta etapa refleja importantes rezagos, con una infraestructura que no cumple plenamente los criterios técnicos ni la normativa ambiental; solo se cuenta con suficiente personal en el sitio.
- **Gobernanza:** Aunque se cuenta con una base legal, la falta de presupuesto específico y debilidades en la coordinación del servicio afectan la efectividad de la gestión de residuos, limitando el avance del municipio.

### Purísima del Rincón

- **Recolección:** La falta de información limita la evaluación integral, aunque se identifican buenos niveles de personal y rendimiento operativo; el costo de recolección es deficiente, lo que implica ineficiencias económicas en el sistema.

- **Barrido:** El servicio de barrido carece de información para su evaluación; se muestran deficiencias operativas en personal y rendimiento, lo que sugiere una necesidad urgente de fortalecimiento institucional.
- **Disposición Final:** Esta etapa refleja rezagos importantes, con deficiencias en el cumplimiento de criterios técnicos y normativos, así como en la vida útil del sitio de disposición final; a pesar de contar con personal adecuado, el resto de los indicadores se mantienen en niveles bajos.
- **Gobernanza:** El municipio presenta limitaciones estructurales, destacando la falta de presupuesto específico y una gobernanza débil que impide la correcta planeación, coordinación e implementación de acciones de mejora.

### Silao

- **Recolección:** El municipio cuenta con una adecuada dotación de personal y costos de operación, pero muestra un bajo rendimiento en el trabajo de recolección, lo que impide una gestión adecuada de los residuos generados.
- **Barrido:** Esta etapa es una de las más críticas, se encuentra en condiciones deficientes tanto en número de personal como en rendimiento operativo y costos, lo cual compromete el servicio de limpia.
- **Disposición Final:** La disposición final enfrenta retos importantes la vida útil del sitio, aunque cumple parcialmente con los criterios normativos; destaca la presencia de personal suficiente y un sitio que se ajusta a la NOM-083-SEMARNAT-2003.
- **Gobernanza:** Cuenta con una base institucional moderada, la gobernanza se ve limitada por la insuficiencia de presupuesto específico y una coordinación institucional, dificultando el fortalecimiento integral del sistema.

### Romita

- **Recolección:** El municipio presenta condiciones críticas en esta etapa, con bajo personal, costos elevados y un rendimiento operativo deficiente.
- **Barrido:** Esta etapa presente deficiencias importantes en personal y rendimiento, lo que impacta directamente en el servicio de limpia; con un nivel de operatividad limitado.
- **Disposición Final:** Esta etapa es la más rezagada, con vida útil reducida, deficiencias en infraestructura y cumplimiento técnico, lo que pone en riesgo la sostenibilidad ambiental del municipio a corto plazo, a pesar de tener personal en sitio y una clasificación regulatoria aceptable.
- **Gobernanza:** Aunque existe una estructura básica de coordinación y legislación, se carece de presupuesto específico y de una planeación estratégica integral a largo plazo.

Los resultados generales del análisis comparativo de los cinco municipios muestran importantes disimilitudes en el desempeño de la gestión integral de residuos. El municipio de León se posiciona con mejores resultados, destacando por su cobertura, eficiencia operativa y una gobernanza consolidada. En contraste, San Francisco del Rincón y Silao muestran avances moderados, pero todavía prevalecen deficiencias relevantes en el rendimiento del servicio y en la infraestructura de disposición final.

El municipio de Romita presenta las condiciones más críticas, con debilidades estructurales a lo largo de todas las etapas, especialmente en financiamiento y planificación. Finalmente, Purísima del Rincón evidencia rezagos significativos derivados principalmente de la falta de información, lo que limita la toma de decisiones y la mejora continua.

Este panorama evidencia la urgencia de fortalecer la infraestructura, el monitoreo y la asignación presupuestaria en algunos municipios, así como de implementar buenas prácticas tomando como referencia la experiencia del municipio de León, con el fin de avanzar hacia un modelo de gestión de residuos más eficiente en toda la región.



## 9. ALTERNATIVAS PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS

En la mayoría de las regiones del mundo, más del 50 % de los residuos recolectados siguen siendo gestionados en rellenos sanitarios o sitios de disposición final, tanto controlados como no controlados. En regiones como África, América Latina y el Caribe, esta proporción supera el 90 %, lo que refleja una fuerte dependencia de prácticas convencionales de disposición (UNEP, 2019).

Actualmente, más del 80 % de las instalaciones para incineración térmica están ubicadas en países desarrollados, principalmente en Japón, Francia, Alemania y Estados Unidos. Actualmente, más del 80 % de las instalaciones para incineración térmica están ubicadas en países desarrollados, principalmente en Japón, Francia, Alemania y Estados Unidos.

### Tecnologías de Valorización en América latina y el Caribe

En América Latina y el Caribe, la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU) enfrenta serias limitaciones, entre ellas la falta de infraestructura adecuada para el tratamiento de la fracción orgánica, principalmente suele terminar en rellenos sanitarios. Esto genera lixiviados y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que afectan el ambiente y la salud pública.

Aunque existen tecnologías avanzadas disponibles en países desarrollados, su implementación en la región ha sido limitada debido a la insuficiencia de conocimiento técnico, personal capacitado y recursos financieros.

Tabla 36. Alternativas de tratamiento de residuos a nivel global

Tecnología	País	Ubicación	Estado de Implementación	Comentarios Clave
<b>Planta de compostaje</b>	Argentina Costa Rica	Bella Vista (Rosario), San José (Hatillo)	<input checked="" type="checkbox"/> Implementado	Rosario: Planta de 200 t/día con recuperadores informales. San José: Proyecto comunitario apoyado por JICA con microempresa de compost.
<b>Separación mecánica</b>	América Latina y el Caribe	No específico	<input checked="" type="checkbox"/> Implementado	Tecnologías modernas aplicadas en algunos países: separación neumática, óptica, magnética, etc.
<b>Aprovechamiento energético de biogás</b>	Argentina, Brasil, Ecuador, El Salvador, Colombia,	Diversos rellenos sanitarios	<input checked="" type="checkbox"/> Implementado	20 rellenos con generación de energía y acceso a mercados de carbono. Problemas comunes:

	México, Perú, Uruguay			sobreestimación del volumen de biogás.
<b>Digestión anaerobia (DA)</b>	México, Brasil, América Latina y el Caribe	Atacomulco (México), Río de Janeiro (Brasil)	☑ Implementado (algunos casos), incipiente	Atacomulco: 30 t/día y 200 kW eléctricos. Río de Janeiro: 1,500 t/mes con expansión proyectada. Desventajas: alto costo y aplicación de tecnología exterior.
<b>Tratamiento mecánico-biológico (TMB)</b>	Argentina	Buenos Aires (Relleno Norte III – CEAMSE)	☑ Implementado	El tratamiento de 1,000 t/día y recuperar el 60% del volumen total.
<b>Incineración (RSU)</b>	América Latina y el Caribe (evaluado, no implementado)	No aplica	⊖ No implementado	Solo se aplica para residuos industriales y hospitalarios, por su alta inversión.

Fuente: Elaboración propia

## Tecnologías de valorización en México y municipios de estudio

Tabla 37. Alternativas de tratamiento de residuos en México

Tecnología	Proyectos	Ubicación	Ventajas	Desventajas
<b>Planta de compostaje</b>	CDMX cuenta con 8 plantas de composta	Bordo Poniente San Juan de Aragón Álvaro Obregón Cuajimalpa Iztapalapa Milpa Alta Xochimilco DGCORENADR	1. Ahorro económico. 2. Menos residuos a DF. 3. Material útil para áreas verdes. 4. Reducción de metano.	1. Altos costos. 2. Requiere separación adecuada. 3. Limitaciones de capacidad. 4. Riesgo de contaminación.
	Centro Integral de Revalorización de Residuos Sólidos Urbanos <sup>1</sup>	San Pedro Totolápam, Oaxaca		
	Centro municipal de compostaje	Xalapa, Veracruz		
	Centro municipal de compostaje <sup>2</sup>	Coatzacoalcos, Veracruz		
<b>CDR/FIRSU</b>	Planta San Juan de Aragón Fase I y Azcapotzalco	CDMX, traslado a CEMEX Tepeaca (Puebla)	1.Reducción de residuos. 2.CDR como combustible	1. Alta inversión. 2. No todos los residuos se convierten en CDR.
	PASA	Hermosillo, Sonora		

<sup>1</sup> Gobierno del Estado de Oaxaca. (2023, junio 15). *CIRRSU resolverá problema de residuos sólidos*. Gobierno del Estado de Oaxaca. <https://www.oaxaca.gob.mx/comunicacion/cirrsu-resolvera-problema-de-residuos->

<sup>2</sup> Coatzacoalcos. (2024, enero 22). *Inauguran "Centro Municipal de Compostaje" en Coatzacoalcos*. Gobierno Municipal de Coatzacoalcos. <https://www.coatzacoalcos.gob.mx/prensa/inauguran-centro-municipal-de-compostaje-en-coatzacoalcos/>

			3.Reducción de GEI.	
<b>NEOTECH (RARx)</b>	Mezclas asfálticas con polvo de NFU	Carretera Silao-Irapuato, Guanajuato	1.Reducción de rodamientos. 2.Pavimentos duraderos y silenciosos.	1. Falta de legislación.
<b>Biochar</b>	Primera planta de biochar	Irapuato, Guanajuato	1.Agricultura sostenible. 2.Materiales combustibles renovables.	1. Baja eficiencia. 2. Poca información industrial.
<b>Digestores anaerobios</b>	Propuesta CDMX	ND	1.Energía renovable. 2.Aprovechamiento de residuos orgánicos.	1. Altos costos de inversión.
<b>Co-procesamiento</b>	Cementeras (CEMEX, Moctezuma, Cruz Azul, etc.)	Varias ciudades en México	1.Combustible alterno. 2.Alto poder calorífico.	1. Requiere almacenamiento y medidas de seguridad.
<b>Reciclaje de RCD</b>	Concretos Sustentables y Reciclados S.A. de C.V. <sup>3</sup>	Bordo Poniente, CDMX	1.Reduce costos. 2.Genera empleos. 3.Prolonga vida de SDF. 4.Reutilización de materiales.	1. Falta de regulación. 4. Falta de capacitación técnica del sector.

Fuente: Elaboración propia

La implementación de tecnologías de valorización en los municipios de León, Romita, San Francisco del Rincón, Purísima del Rincón y Silao constituye una estrategia clave para optimizar el manejo de residuos, mitigar impactos ambientales y promover el desarrollo sostenible. Cada municipio enfrenta desafíos particulares, como la saturación de sitios de disposición final, limitaciones en infraestructura, limitaciones en personal, manejo ineficiente de residuos, limitaciones en recursos financieros, entre otros.

Este análisis busca proporcionar una visión para los responsables del manejo y gestión de residuos en los municipios, destacando aspectos clave como los costos de oportunidad y su impacto en la problemática actual. Estos vínculos pueden ayudar a potencializar las tecnologías descritas anteriormente o ayudar a desarrollar nuevas alternativas.

<sup>3</sup> Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México. (2024, noviembre 24). *Recupera Ciudad de México más de 47 mil toneladas de residuos de la construcción y demolición*. Gobierno de la Ciudad de México. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/recupera-ciudad-de-mexico-mas-de-47-mil-toneladas-de-residuos-de-la-construccion-y-demolicion#:~:text=Las%20cerca%20de%2047%20mil,en%20la%20Ciudad%20de%20M%C3%A9xico>

## Plantas de compostaje

Tabla 38. Factibilidad de plantas de compostaje

Municipio	Capacidad actual	Costo de oportunidad	Vinculación con la problemática	Ventajas	Desventajas
<b>León</b>	Actualmente se cuenta con la planta de biogás en el CTR El Verde	Elevado costo inicial y competencia con generación de biogás.	Reducción de residuos enviados al relleno sanitario y aprovechamiento agrícola.	Disminución de residuos, menor emisión de metano y mejora de suelos	Alta inversión, requiere separación adecuada, y riesgos sanitarios.
<b>San Francisco del Rincón</b>	Actualmente con sitio no controlado	Competencia con otras necesidades básicas (mejora recolección o infraestructura SDF).	Reducción de presión en SDF y mejora en prácticas agrícolas,	Mitigación de emisiones y producción de composta.	Separación deficiente y espacio limitado.
<b>Purísima del Rincón</b>	Sin infraestructura reportada; con posibilidad de cooperación metropolitana.	Competencia con otras inversiones municipales.	Reducción en SDF, y posible uso agrícola.	Reducción de residuos y su impacto ambiental.	Inversión y operación costosa
<b>Silao</b>	Sin infraestructura reportada	Podría competir con otras inversiones locales.	Reducción en SDF y posible uso agrícola.	Reducción de residuos y su mejora ambiental.	Costos operativos elevados y separación deficiente.
<b>Romita</b>	Sitio de disposición no controlado	Fondos de inversión limitados	Reducción en SDF y mejora ambiental	Composta útil para mejora de suelos	Separación ineficiente y mercado limitado.

Fuente: Elaboración propia

## CDR-FIRSU

Tabla 39. Factibilidad de CDR-FIRSU

Municipio	Capacidad actual	Costo de oportunidad	Vinculación con la problemática	Ventajas	Desventajas
<b>León</b>	Es viable por el volumen de residuos generados.	Pérdida de materia orgánica Inversión elevada	Generación alta de residuos y falta de aprovechamiento.	Reducción de residuos y valorización energética,	Costos elevados y generación de emisiones por transporte.
<b>San Francisco del Rincón</b>	Generación media de residuos. Necesidad de colaboración intermunicipal.	Inversión significativa por la necesidad de infraestructura.	Saturación de SDF y niveles mínimos de valorización.	Valorización y reducción de residuos.	Altos costos de logística y transporte
<b>Purísima del Rincón</b>	Generación moderada de residuos	Inversión significativa por la necesidad de infraestructura.	Disposición deficiente, falta de aprovechamiento.	Reducción de residuos y valorización energética.	Altos costos de logística y transporte

<b>Silao</b>	Vocación industrial con alta generación de residuos.	Desafíos logísticos y competencia con reciclaje.	Saturación de SDF por incremento en el volumen de residuos generados.	Valorización energética como una solución a nivel regional.	Altos costos de logística y transporte
<b>Romita</b>	Nivel de generación reducido	Costo de transporte alto Volumen limitado.	Disposición no controlada y falta de valorización.	Valorización energética como una solución a nivel regional	Altos costos de logística y transporte

Fuente: Elaboración propia

## NEOTECH

Tabla 40. Factibilidad de CDR-FIRSU

Municipio	Capacidad actual	Costo de oportunidad	Vinculación con la problemática	Ventajas	Desventajas
<b>León</b>	Autorización vigente (LEN-PRME-737/2018) Personal y equipamiento En construcción CREA-GTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Centro logístico regional</li> <li>– Reducción de impactos ambientales</li> <li>– Cumplimiento de normativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Costos logísticos iniciales</li> <li>– Proceso de trituración se encuentra en implementación</li> </ul>	Usar como nodo principal de acopio y articulador a nivel metropolitano	Autorización vigente Personal y equipamiento En construcción CREA-GTO
<b>San Francisco del Rincón</b>	Sin infraestructura propia	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reducción de riesgos sanitarios</li> <li>– Participación en economía circular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sin personal capacitado</li> <li>– No cuenta con infraestructura de acopio</li> </ul>	Integración con modelo regional para la coordinación de logística compartida	Sin infraestructura propia
<b>Purísima del Rincón</b>	Sin infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Disposición segura de NFU</li> <li>– Reducción de quemas o acumulación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Costos de transporte elevados</li> <li>Falta de acopio y personal técnico</li> </ul>	Establecer convenios con León o buscar apoyo estatal para centros de transferencia	Sin infraestructura
<b>Silao</b>	Infraestructura y conectividad limitada	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Beneficio ambiental inmediato</li> <li>– Posible colaboración intermunicipal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Requiere coordinación y equipamiento inicial</li> <li>– Posible saturación de acopio en León</li> </ul>	Incorporar estrategia en conjunto con León	Infraestructura y conectividad limitada
<b>Romita</b>	Sin infraestructura Alta generación local de NFU	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Disminución de NFU en tiraderos o lotes baldíos</li> <li>– Prevención de enfermedades vectoriales</li> <li>– Valor agregado al residuo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alta dependencia de terceros</li> <li>Posibles costos de traslado elevados</li> </ul>	Crear microcentros de acopio y articularse al sistema metropolitano con apoyo estatal	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sin infraestructura</li> <li>– Alta generación local de NFU</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## Digestores anaerobios

Tabla 41. Factibilidad de digestores anaerobios

Municipio	Volumen residuos (2024–2026)	% Orgánicos	Potencial de Digestores Anaerobios	Limitantes principales
León	1,137,308 t	49%	Alto: gran volumen de residuos y capacidad de tratamiento significativa.	Alto costo inicial, posible desvío de recursos de reciclaje.
San Francisco del Rincón	211,454 t	34%	Medio: los costos de oportunidad son mayores al compostaje.	Infraestructura limitada y educación ciudadana deficiente.
Purísima del Rincón	117,353 t	29%	Medio-Bajo: suelo agrícola beneficiaría más de compostaje.	Limitada generación de residuos y recursos técnicos.
Silao	236,161 t	24.1%	Alto: integración con industria para generación de energía.	Alta inversión, transporte y separación.
Romita	16,885 t	46.5%	Bajo-Medio: digestato útil, pero no justifica inversión centralizada.	Escala baja y logística costosa

Fuente: Elaboración propia

## Co-procesamiento

Tabla 42. Factibilidad de co-procesamiento

Municipio	Beneficios principales	Costos de oportunidad	Problemáticas locales	Oportunidades específicas
León	Valorización energética de residuos industriales y urbanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de materiales reciclables de valor</li> <li>– Impacto ambiental por emisiones residuales</li> </ul>	No cuenta con infraestructura de acopio ni permiso de manejo	Fomento de alianzas público-privadas Apoyo a industria cementera
San Francisco del Rincón	Reducción de acumulación de residuos Cumplimiento normativo	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Transporte a cementeras lejanas</li> <li>– Pérdida de opciones de reciclaje mecánico</li> </ul>	Sin infraestructura local ni autorización para manejo Riesgos sanitarios por acumulación	Reducción de impuestos por disposición final
Purísima del Rincón	Aprovechamiento energético de residuos industriales ligeros Reducción de residuos en SDF	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Costos logísticos elevados</li> <li>– Ausencia de aprovechamiento local</li> </ul>	Riesgo de quema a cielo abierto Escasa infraestructura y capacidades técnicas locales	Participación en esquema intermunicipal de valorización
Silao	Residuos industriales con alto poder calorífico	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pérdida de residuos aprovechables para otras industrias</li> </ul>	Emisiones industriales adicionales Limitación para desarrollar industria local de reciclaje	Reducción de huella de carbono en sector productivo

<b>Romita</b>	Reducción de riesgos sanitarios por residuos como neumáticos fuera de uso	Altos costos relativos de transporte	No cuenta con infraestructura para acopio ni separación	Puede integrarse con municipios para soluciones regionales
---------------	---	--------------------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia

## Reciclaje RCD

Tabla 43. Factibilidad de Reciclaje RCD

Municipio	Proyección RCD (t/año)	Beneficios del reciclaje de RCD	Costos de oportunidad / Limitaciones
<b>León</b>	462,526	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción en disposición final</li> <li>- Uso de reciclados en obras públicas</li> <li>- Convenios con bancos de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de reciclaje activo</li> <li>- Pérdida de control sobre materiales reciclados</li> <li>- No se aprovechan insumos reciclados</li> </ul>
<b>San Francisco del Rincón</b>	37,135	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ahorro en infraestructura</li> <li>- Gestión sin inversión municipal directa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Transporte y logística</li> <li>- Falta de acceso a materiales reciclados</li> <li>- Capacidad limitada para separar eficientemente</li> </ul>
<b>Purísima del Rincón</b>	32,347	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reducción de emisiones</li> <li>- Participación en modelo sostenible</li> <li>- Adaptación al banco de materiales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reciclaje limitado de ciertos materiales</li> <li>- Falta de control en uso final</li> </ul>
<b>Silao</b>	64,097	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aprovechamiento en infraestructura industrial</li> <li>- Cumplimiento normativo</li> <li>- Reducción en extracción de áridos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiales mixtos poco reciclables</li> <li>- Logística de transporte</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

## 9. CONCLUSIONES

Una de las áreas más críticas en la gestión de residuos sólidos urbanos es la disposición final, no solo por las deficiencias en infraestructura, operación y control, sino también porque la mayoría de los sitios cuentan con una vida útil limitada. Esta situación evidencia la urgencia de renovar, ampliar y modernizar la infraestructura existente. Al mismo tiempo, la gran cantidad de residuos generados en la región se convierte en una oportunidad estratégica para incorporar tecnologías de tratamiento, reciclaje y aprovechamiento energético bajo un enfoque de economía circular y generar valor económico, social y ambiental.

En el ámbito de la gobernanza, destaca el municipio de León, que ha logrado avances significativos al contar con un organismo operador descentralizado (SIAP) con presupuesto propio. Esta figura institucional le ha permitido fortalecer procesos de legislación, planeación y eficiencia operativa, además de consolidar la inclusión del sector informal en el sistema de valorización de residuos; posicionado a León como un referente para el resto de los municipios de la región.

Una propuesta de gran alcance es la creación de un organismo operador intermunicipal a nivel metropolitano, basado en la experiencia, estructura y capacidad técnica del Sistema Integral de Aseo Público de León. Este organismo tendría la responsabilidad de enfrentar los desafíos comunes en el manejo de residuos, garantizando una gestión más equitativa y eficiente en toda la zona metropolitana. No obstante, la consolidación de este organismo podría enfrentar obstáculos significativos, como la falta de información compartida entre municipios y la escasa coordinación institucional, lo que dificultaría establecer protocolos comunes, asignar responsabilidades y optimizar recursos de manera efectiva.

Existen antecedentes exitosos que respaldan este modelo, como el Sistema Intermunicipal de Manejo de Residuos en Jalisco (SIMAR Sureste), el Sistema Integral para el Manejo Ecológico y Procesamiento de Desechos (SIMEPRODE) en Nuevo León y el Sistema Intermunicipal de Gestión de Residuos (SIGER) en la Zona Metropolitana de Mérida. Estas experiencias han demostrado que la cooperación intermunicipal no solo mejora la cobertura y eficiencia de los servicios, sino que también fortalece la capacidad de negociación con el sector privado, abre la puerta a esquemas de financiamiento sostenibles y facilita la adopción de tecnologías innovadoras.

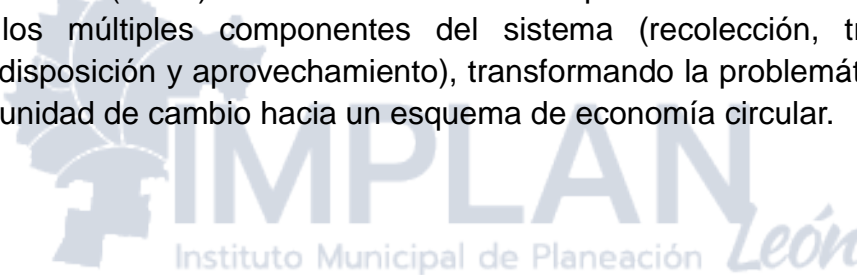
En este sentido, la conformación de un **organismo metropolitano de gestión de residuos** representa una oportunidad única para:

- Unificar criterios y normativas en toda la región, reduciendo desigualdades en el servicio entre municipios.
- Optimizar recursos financieros y técnicos, al compartir infraestructura, equipos y capacidades.

- Avanzar en la economía circular, mediante la implementación de programas integrados de reciclaje, valorización energética y reducción de la disposición final.
- Fortalecer la gobernanza ambiental, con una estructura intermunicipal que incluya la participación de la sociedad civil, sector privado y grandes generadores de residuos.
- Posicionar a la región como referente estatal y nacional, mostrando que la cooperación metropolitana es clave para enfrentar los retos ambientales más complejos.

Los próximos pasos deberán enfocarse en definir con claridad las atribuciones técnicas y operativas de la estructura propuesta, así como sus facultades jurídicas y normativas que regulen su funcionamiento y los mecanismos de coordinación entre los municipios; los esquemas de financiamiento; y las obligaciones de supervisión y rendición de cuentas.

En conclusión, la transición hacia un organismo metropolitano de gestión de residuos es necesario para enfrentar la complejidad inherente a la gestión integral de residuos sólidos (GIRS) en la zona. Este modelo permitirá abordar de manera coordinada los múltiples componentes del sistema (recolección, transporte, tratamiento, disposición y aprovechamiento), transformando la problemática actual en una oportunidad de cambio hacia un esquema de economía circular.



## 10. RECOMENDACIONES

### 1. Planeación y Gobernanza Metropolitana

- Crear un Organismo Metropolitano de Gestión de Residuos con autonomía técnica y financiera, integrado por los municipios y con representantes del sector social y privado.
- Desarrollar un Programa Metropolitano de Gestión Integral de Residuos (PMGIR) con metas comunes en prevención, valorización, disposición final y educación ambiental.
- Homologar los reglamentos municipales de limpia bajo un marco normativo metropolitano, alineado con la legislación estatal y federal.
- Garantizar la actualización y alineación de los programas municipales de residuos para su articulación dentro del esquema metropolitano.

### 2. Infraestructura y Operación Regional

- Diseñar y operar un sistema metropolitano de rellenos sanitarios con criterios de eficiencia, reducción de impactos ambientales y vida útil extendida.
- Implementar centros regionales de transferencia, separación y reciclaje para facilitar su valorización.
- Desarrollar proyectos de minería de residuos en sitios de disposición final, recuperando materiales y aprovechando biogás como fuente de energía.
- Consolidar una red logística compartida (vehículos, estaciones de transferencia y rutas optimizadas) para mejorar la eficiencia operativa.

### 3. Valorización y Economía Circular

- Realizar un análisis metropolitano del poder calorífico de los residuos para impulsar proyectos de termovalorización y generación de energía.
- Desarrollar un portafolio regional de proyectos de valorización, que incluya reciclaje avanzado, compostaje, biodigestión y combustibles derivados de residuos.
- Fomentar la inclusión del sector informal de reciclaje para su integración a los sistemas municipales de gestión de residuos.
- Establecer alianzas con el sector privado y académico para proyectos de innovación tecnológica y esquemas de economía circular.

#### **4. Educación, Participación y Cultura Ambiental**

- Implementar campañas metropolitanas de sensibilización ciudadana sobre reducción, separación y valorización de residuos.
- Diseñar programas de educación ambiental en escuelas, empresas y ciudadanía, en coordinación desde la estructura metropolitana.
- Generar incentivos económicos y sociales para fomentar la participación ciudadana en programas de separación en la fuente y reciclaje.
- Fortalecer los mecanismos de participación ciudadana, incluyendo consejos consultivos metropolitanos.

#### **5. Monitoreo, Información y Transparencia**

- Crear una plataforma digital metropolitana de residuos, con indicadores actualizados sobre todas las etapas de la gestión integral de residuos.
- Establecer un sistema homogéneo de indicadores de desempeño, que permita evaluar avances y comparar resultados entre municipios.
- Elaborar informes periódicos de rendición de cuentas a nivel metropolitano, accesibles para todos los sectores.
- Implementar sistemas de monitoreo mediante técnicas de fotogrametría aérea y modelación digital de terreno (DTM/DSM) para generar estimaciones en tiempo real sobre la capacidad volumétrica, la estabilidad estructural y vida útil de los sitios de disposición final.

### 13.REFERENCIAS

- Agencia de Cooperación Alemana (GIZ). (2013). Operator Models. Respecting Diversity.
- Alianza GAIA. (n.d.). Reducción y recuperación de residuos orgánicos: compostaje Las experiencias de Suchitoto y Carhuaz. <https://www.no-burn.org/wp-content/uploads/Seria-docuemntos-GAIA-Caso-2-1.pdf>
- Arredondo, T., Butrón, M., & Cuéllar, A. (2020). Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos.
- Arriaga, E., Ramos, M., Osornio, K., & Flores, M. (2022). Inventario de Residuos Sólidos Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México 2022. [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/residuos/IRS\\_2022\\_Completo.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/residuos/IRS_2022_Completo.pdf)
- Arriaga, E., Ramos, M., Osornio, K., Flores, M., Campos, J., Ortiz, C., & Rodríguez, Z. (2021). Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México 2021. En: <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/residuos/InventariodeResiduosSolidos2021.pdf>
- Asociación Mexicana de Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición. Consultado: el 24 de noviembre de 2024. [En línea]. <https://amrcd.org/home>
- Cantanhede, A., Sandoval Alvarado, L., Monge, G., & Caycho Chumpitaz, C. (2005a). Procedimientos estadísticos para los estudios de caracterización de residuos sólidos. (Hoja de Divulgación técnica No.97).
- Ayuntamiento del Municipio de Romita. (2017). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial 2015-2040. [https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2017\\_ROMITA\\_Programa\\_municipal\\_desarrollo\\_urbano\\_ordenamiento\\_ecologico\\_territorial.pdf](https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2017_ROMITA_Programa_municipal_desarrollo_urbano_ordenamiento_ecologico_territorial.pdf)
- Ayuntamiento de Romita. (2012). Programa Municipal de Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de Romita, Estado de Guanajuato.
- Ayuntamiento de San Francisco del Rincón & Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. (2013). Programa para la prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos para el municipio de San Francisco del Rincón, Gto.

- Ayuntamiento de Xalapa. (2020). Apropiación social de los procesos selectivos de los residuos sólidos de carácter orgánico de mercados y centros comerciales de la ciudad de Xalapa, Veracruz México. <https://revista.cigob.net/16-junio-2020/cronicas/apropiacion-social-de-los-procesos-selectivos-de-los-residuos-solidos-de-caracter-organico-de-mercados-y-centros-comerciales-de-la-ciudad-de-xalapa-veracruz-mexico/ver-online/>
- Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. (2022). Desafío de la gestión institucional en las zonas metropolitanas en el siglo XXI: Generación y manejo de residuos sólidos urbanos. <https://plataformacenso2020.herokuapp.com/>
- CIATEC A.C.& Dirección General de Medio Ambiente Sustentable (2014). Diagnóstico integral de residuos de León, Guanajuato. Dirección General de Medio Ambiente Sustentable, Ayuntamiento 2012-2015
- CONAGUA. (2024a). Subdirección General Técnica Gerencia De Aguas Subterráneas Actualización De La Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero del Valle de León (1113), Estado de Guanajuato. [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/guanajuato/DR\\_11\\_13.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guanajuato/DR_11_13.pdf)
- CONAGUA. (2024b). Subdirección General Técnica Gerencia de Aguas Subterráneas: Actualización de la Disponibilidad Media Anual de Agua en el Acuífero Silao-Romita (1110), Estado de Guanajuato. [https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos\\_Acuiferos\\_18/guanajuato/DR\\_11\\_10.pdf](https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/guanajuato/DR_11_10.pdf)
- Consejo Mundial de energía. (2017). World Energy Issues Monitor. <https://www.worldenergy.org/assets/downloads/1.-World-Energy-Issues-Monitor-2017-Full-Report.pdf>
- Congreso del Estado de Guanajuato. (2023). *Ley de Ingresos para el Municipio de Purísima del Rincón, Guanajuato, para el ejercicio fiscal del año 2024* (Séptima parte). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato
- Congreso del Estado de Guanajuato. (2023). *Ley de Ingresos para el Municipio de Romita, Guanajuato, para el ejercicio fiscal del año 2024* (24ª parte). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato
- Congreso del Estado de Guanajuato. (2023). *Ley de Ingresos para el Municipio de San Francisco del Rincón, Guanajuato, para el ejercicio fiscal del año 2024* (Novena parte). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato.

- Congreso del Estado de Guanajuato. (2023). *Ley de Ingresos para el Municipio de Silao de la Victoria, Guanajuato, para el ejercicio fiscal del año 2024* (11ª parte). Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato
- Diario Oficial de la Federación. (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. Última reforma publicada el 18 de mayo de 2023. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR\\_18\\_0523.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPGIR_18_0523.pdf)
- SEDEMA. (2021). Inventario de residuos sólidos de la Ciudad de México 2021. <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/residuos/InventariodeResiduosSolidos2021.pdf>
- SEDEMA. (2022). Inventario de Residuos Sólidos de la Ciudad de México 2022. [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/residuos/IRS\\_2022\\_Completo.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGCPCA/residuos/IRS_2022_Completo.pdf)
- Escalante, A., Pérez, G., Hidalgo, C., López, J., Campo, J., Valtierra, E., & Etchevers, J. (2016). Biocarbón (biochar) I: Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. *Terra Latinoamericana* 34: 367-382. En: <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN). (2020a). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial.
- Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN). (2020b). Plan Municipal De Desarrollo León Hacia El Futuro, Visión 2045. Instituto Municipal de Planeación de León.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE)*. <https://www.inegi.org.mx/app/denue>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Panorama sociodemográfico de Guanajuato: Censo de Población y Vivienda 2020*. INEGI. <https://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2021). *Anuario Estadístico y Geográfico de Guanajuato 2021*. México: INEGI. <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463952662>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). Datos abiertos. Subsistema de Información Demográfica y Social 2020. <https://www.inegi.org.mx/datosabiertos/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2024). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. DENUE. <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010a). Compendio de información geográfica municipal 2010. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/11/11031.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11031.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010b). Compendio de información geográfica municipal 2010 León Guanajuato. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/11/11020.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11020.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010c). Compendio de información geográfica municipal 2010 Purísima del Rincón Guanajuato. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/11/11025.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11025.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010d). Compendio de información geográfica municipal 2010 Romita Guanajuato. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/11/11026.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11026.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2010e). Compendio de información geográfica municipal 2010 Silao Guanajuato. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/11/11037.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/11/11037.pdf)
- Instituto de Planeación, Estadística y Geografía del Estado de Guanajuato (IPLANEG). (2014). Programa Metropolitano de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de la Zona Metropolitana de León
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. (2013). Plan de Manejo de Neumáticos.
- Instituto Estatal de Ecología del Estado de Guanajuato. (2017). Estudio multicriterio de identificación de zonas aptas en el estado de Guanajuato para el desarrollo de infraestructura para el manejo integral de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial.
- Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato, 2013. Plan de Manejo de Neumáticos
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía de México (INEGI). (2021). Panorama sociodemográfico de Guanajuato Censo de Población y Vivienda 2020 Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <http://www.inegi.org.mx>
- Municipio de Romita. (2021). Manual de procesos de la Dirección de Servicios Públicos Municipales Organigrama 2021-2024.

- Municipio de Silao de la Victoria. (2024). Página de transparencia. Organigrama general, tercer trimestre 2024. <https://silaodelavictoria.gob.mx/web/es/transparencia-2019/detalle/12>. <https://iacip.romita.gob.mx/iacip20182021/14/185/1/2021/04/MANUAL%20DE%20ORGANIZACION%20SERVICIOS%20MUNICIPALES.pdf>
- Neotech asphalt. (2024). RARx, aditivo con polvo de neumático. En: <https://neotechasphalt.mx/rarx/>
- Olay-Romero, E., Turcott-Cervantes, D. E., Hernández-Berriel, M. del C., Lobo-García de Cortázar, A., Cuartas-Hernández, M., & de la Rosa-Gómez, I. (2020). Technical indicators to improve municipal solid waste management in developing countries: A case in Mexico. *Waste Management*, 107, 201–210. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.03.039>
- Presidencia Municipal de San Francisco del Rincón. (2021). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial. [https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2021\\_SAN\\_FRANCISCO\\_Programa\\_municipal\\_desarrollo\\_urbano\\_ordenamiento\\_ecologico\\_territorial\\_actualizacion.pdf](https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2021_SAN_FRANCISCO_Programa_municipal_desarrollo_urbano_ordenamiento_ecologico_territorial_actualizacion.pdf)
- Presidencia Municipal de Purísima del Rincón. (2021). Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial. [https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2021\\_PURISIMA\\_RINCON\\_Programa\\_municipal\\_desarrollo\\_urbano\\_ordenamiento\\_ecologico\\_territorial\\_pmduoet.pdf](https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2021_PURISIMA_RINCON_Programa_municipal_desarrollo_urbano_ordenamiento_ecologico_territorial_pmduoet.pdf)
- Presidencia Municipal de Silao de la Victoria. Programa Municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial (2021). [https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2021\\_SILAO-Programa\\_municipal\\_desarrollo\\_urbano\\_ordenamiento\\_ecologico\\_2040\\_continuacion.pdf](https://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2021_SILAO-Programa_municipal_desarrollo_urbano_ordenamiento_ecologico_2040_continuacion.pdf)
- Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato. (2023, 27 de diciembre). Actualización a las tarifas establecidas para el servicio público de limpia respecto a la recepción, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos considerados por los ordenamientos legales como no peligrosos que se produzcan en el municipio de León, Guanajuato (Quinta parte, pp. 178)
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Residuos a Energía: Consideraciones para una toma de decisiones Informada. <https://www.unep.org/ietc/resources/publication/waste-energy-considerations-informed-decision-making>
- Reglamento Del Sistema Integral de Aseo Público de León, Guanajuato, Pub. L. No. 126 (2003).

Reglamento Orgánico de La Administración Pública Municipal de Silao de La Victoria, Gto (2021).

Reglamento de la Ley de Planeación para el Estado de Guanajuato. (2012, 17 de agosto). *Periódico Oficial del Gobierno del Estado de Guanajuato*, Núm. 132, Quinta Parte. Última reforma publicada el 29 de enero de 2016 en el *P.O.*, Núm. 17, Segunda Parte.

Reyes, L., Delit, I., Zúñiga, D., Andrade, I., & Montiel, M. (2021). PROGRAMA DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS PARA LA CIUDAD DE MÉXICO. [https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGEIRA/PGIR/PGIR%202021-2025\\_N\\_ago21.pdf](https://www.sedema.cdmx.gob.mx/storage/app/media/DGEIRA/PGIR/PGIR%202021-2025_N_ago21.pdf)

Secretaría del Agua y Medio Ambiente. (2024). Padrón de Prestadores de Servicios para el Manejo de Residuos de Manejo Especial (PAPSRME): <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/papsrme>

Sánchez Ramírez, A. L., Delgado Meza, J. A., & Lara Servín, J. S. (2008). Caracterización de residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados en la zona urbana del municipio de San Francisco del Rincón, Gto. Universidad Tecnológica de León, Dirección de Desarrollo Urbano y Ecología del Municipio de San Francisco del Rincón, Gto. Administración 2006-2009.

Savino Atilio, Solórzano Gustavo, Quispe Carina, & Correal Magda. (2018). Perspectiva de la Gestión de Residuos en América Latina y el Caribe. ONU-Medio Ambiente. En: <https://www.unep.org/es/resources/informe/perspectiva-de-la-gestion-de-residuos-en-america-latina-y-el-caribe>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2022). *Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2022-2024*. Gobierno de México.

<https://www.gob.mx/semarnat/documentos/programa-nacional-para-la-prevencion-y-gestion-integral-de-los-residuos-2022-2024>

Secretaría de Medio Ambiente y Desarrollo Territorial del Estado de Jalisco. (2018). Guía para la implementación de sistemas tarifarios para la gestión Integral de residuos de Jalisco. <https://semadet.jalisco.gob.mx/sites/semadet.jalisco.gob.mx/files/manualresiduosimpreso2014.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato. (2024). *Oficio SMAOT-SGACCSE-DGGA-2977/2024, respuesta a solicitud de información*. Guanajuato, México.

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. (2017). Estudios técnicos para el sistema de manejo integral de residuos sólidos para la Zona Metropolitana de la ciudad de León.

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. (2019a). Diagnóstico Estatal de Generación y Composición de Residuos de Manejo Especial 2018.

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato. (2019b). Plan de Manejo de Residuos de la Construcción y Demolición Versión Ejecutiva.

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato (SMAOT). (2019c). Plan de Manejo Residuos Orgánicos sector alimenticio Versión Ejecutiva.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial del Estado de Guanajuato (SMAOT). (2023). Programa Municipal de Prevención y Gestión de Residuos del Municipio de Purísima del Rincón.

SEDATU, CONAPO, & INEGI. (2023). Metrópolis de México 2020 Primera edición. <https://www.gob.mx/sedatu/documentos/metropolis-de-mexico-2020?state=published>

Sistema Integral de Aseo Público de León. (2024). Organigrama funcional del Sistema Integral de Aseo Público León. <https://www.aseopublicoleon.gob.mx/organigrama>

Sistema Integral de Aseo Público de León. (2024b). Contratos. Página oficial del Sistema Integral de Aseo Público de León. <https://www.aseopublicoleon.gob.mx/contratos-y-licitaciones-publicas>

Sistema Integral de Aseo Público de León. (2020). Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Municipio de León.

Sistema Integral de Aseo Público de León (2013). Programa Municipal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de León, Guanajuato.

Sistema de recolección de Residuos Sólidos Urbanos en San Francisco del Rincón. (2023). Diagnóstico técnico del servicio público de recolección y traslado de residuos sólidos urbanos no peligrosos generados en el municipio de San Francisco del Rincón, Guanajuato

- Tlapa, F., Leal, T., Martínez, D., Méndez Abraham, Lozano, S., Olivo, J., & Tello, F. (2020). Apropiación social de los procesos selectivos de los residuos sólidos de carácter orgánico de mercados y centros comerciales de la ciudad de Xalapa, Veracruz México. <https://revista.cigob.net/16-junio-2020/cronicas/apropiacion-social-de-los-procesos-selectivos-de-los-residuos-solidos-de-caracter-organico-de-mercados-y-centros-comerciales-de-la-ciudad-de-xalapa-veracruz-mexico/>
- Turcott Cervantes, D. E. (2018). Sistema de indicadores para la evaluación integral y control de la gestión de residuos municipales. Indicator system for an integral assessment and control of municipal solid waste management. <http://hdl.handle.net/10902/15418>
- Venegas Sahagún, B. A., García Bátiz, M. L., & Sánchez Bernal, A. (2014). Gestión de residuos sólidos municipales en México. Un análisis comparativo. *Gestión ambiental*, 28:2014(28), 25–47.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2024). *Perspectiva mundial de la gestión de residuos 2024*. UNEP. <https://www.unep.org/resources>
- Wehenpohl, G., Hernández Barrios, C. P., Rodríguez Salinas, M. A., & Escudero Quijano, I. (2006). Guía para la elaboración de Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos. [https://ciudadesytransporte.mx/wpcontent/uploads/2021/07/Guia\\_PMPGIRS\\_U\\_2006.pdf](https://ciudadesytransporte.mx/wpcontent/uploads/2021/07/Guia_PMPGIRS_U_2006.pdf)

