



Mirada y reflexión de la gestión de residuos sólidos urbanos en León, Guanajuato

Daniel Tagle Zamora

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Ediciones
Universitarias

Mirada y reflexión de la gestión de residuos sólidos urbanos en León, Guanajuato

Daniel Tagle Zamora

UNIVERSIDAD DE
GUANAJUATO



Ediciones
Universitarias

*Mirada y reflexión de la gestión de residuos sólidos urbanos en León,
Guanajuato*

Primera edición digital, 2024

D.R. © Universidad de Guanajuato
Lascuráin de Retana núm. 5, Centro
Guanajuato, Gto., México
C.P. 36000

Universidad de Guanajuato Campus León
Puente Milenio 1001, Fracción del Predio de San Carlos
León, Gto., México
C.P. 37670

Producción editorial: Centro Tlacuilo, S.C. / Tlacuilo Ediciones
tlacuiloediciones@gmail.com

Ilustración de portada: LDG Claudia López Ponce

La presente obra fue dictaminada por expertos en el área,
con la modalidad de evaluación por pares de doble ciego.

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción
o transmisión parcial o total de esta obra bajo cualquiera de sus
formas, electrónica o mecánica, sin el consentimiento previo
y por escrito de los titulares del *copyright*.

ISBN de esta versión PDF: 978-607-580-064-6

Hecho en México
Made in Mexico

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

A Daffnee

Por tu total apoyo, comprensión, paciencia y amor.
También gracias por aguantar mis momentos de reflexión y discusión, así como el múltiple estrés que usualmente padezco.

Todo mi amor para ti

A Zianya e Itzayana

La vida no me pudo dar mejor tesoro que la sonrisa de ambas chiquitinas. Definitivamente nada sería igual sin ustedes. Gracias, Zianya, por sacarme de los momentos de trabajo; siempre fueron buenas burbujas de aire. Itzayana, gracias por enseñarme a desarrollar la gran paciencia que hoy tengo; imposible pensarla sin ti.

A mi madre, padre, hermana y sobrina

Por todos los años de acompañamiento, y por los múltiples aprendizajes que me imparten. Mi amor siempre para ustedes.

ÍNDICE

Prefacio / 13

Introducción general / 17

1. Aspectos conceptuales / 25

Introducción / 25

La gestión integral de residuos sólidos / 26

Recolección de RSU / 28

Los Sitios de Disposición Final en México: su normativa / 29

Residuos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible / 31

Conclusiones / 33

2. Enfoques para aproximarse al análisis de la gestión de residuos sólidos urbanos: economía circular y economía ecológica / 35

Introducción / 35

Crecimiento económico, evidencias ambientales y límites teóricos / 37

La economía circular / 41

La economía ecológica / 46

Variedades de Economía Ecológica / 48

Principios éticos / 49

Principios metodológicos / 50

La EE y su postura frente al crecimiento económico ilimitado / 50

Conclusiones / 55

3. Organización y atención de los residuos sólidos urbanos en León: 2009-2020 / 57

Introducción / 57

Descripción de la zona de estudio: León, Guanajuato / 58

El Sistema Integral de Aseo Público de León / 59

Estructura de los servicios del SIAP / 62

El Sistema de Barrido / 65

Cuadrillas de Limpieza / 67

Cuadrillas de mantenimiento / 67

Cuadrillas especiales / **68**

Servicio exprés / **68**

Rutas comerciales / **69**

Rutas rurales / **69**

El comportamiento de los residuos sólidos en León:

Indicadores de gestión de RSU / **70**

Los RSU en el Diagnóstico Ambiental del Municipio de León / **71**

Diagnóstico Modelo Integral para el Manejo
y Gestión de Residuos en León (GlobalMind) / **72**

Situación actual de los indicadores de RSU en León / **73**

Conclusiones / **76**

4. Recolección y traslado de residuos sólidos urbanos en León / 77

Introducción / **77**

La transición en el esquema de recolección
y traslado de residuos sólidos urbanos: 2009-2014 / **78**

El esquema concesionado de recolección y traslado de residuos sólidos
urbanos: 2014-actual / **80**

Los costos del servicio de recolección / **84**

Conclusiones / **87**

5. Los sitios de disposición final en León / 89

Introducción / **89** El viejo tiradero a cielo abierto La Reserva / **90**

La caracterización de los residuos depositados en La Reserva / **90**

Problemáticas de La Reserva / **91**

El lixiviado / **92**

El biogás / **93**

Gestión de La Reserva / **93**

Cierre y clausura de La Reserva / **93**

Relleno sanitario El Verde / **95**

La caracterización de residuos en El Verde / **96**

El volumen de la generación de residuos / **99**

La báscula como instrumento de gestión:
una herramienta ausente en la Reserva / **101**

Las problemáticas presentes en El Verde / **101**

Los costos de El Verde / **102**

La generación de energía eléctrica a partir de biogás en El Verde / **102**

Conclusiones / **103**

6. Acciones municipales para reducir el ingreso de residuos sólidos al relleno sanitario El Verde / 107

Introducción / **107**

Programas de separación / **108**

Residuos con valor / **109**

Red de recuperadores urbanos / **110**

Llantatón León / **112**

Recicla tu vidrio / **113**

Separación de valorizables en eventos / **114**

Programa Recopila / **115**;

Conclusiones / **115**

Conclusiones generales / 117

Referencias / 121

Medios digitales / 133

PREFACIO

Durante el trienio 2016-2019 tuve el privilegio de ser parte del Consejo Ciudadano del Sistema Integral de Aseo Público del Municipio de León, Guanajuato. En este período, sin previo conocimiento sobre el tema en la Gestión Integral de Residuos Sólidos urbanos (GIRS), se me presentó la oportunidad de conocer las entrañas del complejo Sistema de Aseo Público de esta ciudad; en esencia, a pesar de encontrarme trabajando sobre temas de tipo ambiental no había reflexionado previamente lo que implicaba esta prestación municipal. En 2012, con mi reciente incorporación en la Universidad de Guanajuato, había participado en un proyecto interdisciplinario en el que me correspondió obtener información sobre la generación de residuos sólidos urbanos a nivel de vivienda. Si bien este proyecto me había dado la oportunidad de incursionar en este campo, no fue hasta avanzada mi participación en el Consejo Ciudadano que me interesó ya como una línea de investigación; esto se tradujo durante 2019 en el proyecto que gané como responsable bajo el nombre “Una perspectiva actual de la generación de residuos sólidos urbanos en León, Guanajuato” de la Convocatoria Institucional de Investigación Científica 2019 de la Universidad de Guanajuato, en donde dediqué tiempo y atención a profundizar en cada uno de los procesos que implica la GIRS para el caso de León.

Durante el último año y medio que he profundizado en el tema tomé mi periodo sabático, el cual me sirvió para desarrollar la presente investigación. Tam-bién he acompañado tres procesos de investigación como asesor, concretando una tesis conjunta de licenciatura en la carrera de Desarrollo y Gestión del Territorio, una dirección de tesis en la Maestría de Estudios para el Desarrollo y una tesis den-tro del Doctorado en Ciencias Sociales, estas dos últimas en proceso.

Debo comentar que esta investigación surgió como parte de las dudas e inquietudes de cada una de las sesiones del Consejo Ciudadano en las cuales participé, así como de algunas salidas de campo en las que mis complejos tiempos me permitieron participar; no obstante, el componente que motivó la presente fue personal, es decir, la posibilidad de aclararme y comprender la forma de organización alrededor de la GIRS en el tercer municipio más poblado del país, y con ello, poder compartir y explicar a mis hijas, Zianya e Itzayana, la importancia de tomar acciones y comportamientos que procuren la prevención y el ahorro para reducir el impacto al planeta.

Agradezco profundamente la gentileza de todos los miembros del Consejo Ciudadano 2016-2019, y de toda la familia que integra el Sistema Integral de Aseo Público de León, siempre recibí una atención cálida acompañada de sonrisas. Mis agradecimientos se extienden especialmente para quienes amablemente destinaron parte de su tiempo laboral para aceptar las entrevistas que les realicé durante 2019. Quiero mencionar especial atención para el Ing. Roberto Centeno y al Ing. Miguel García, Roberto como director del SIAP y Miguel como presidente del Consejo Ciudadano, ambas personas con una calidad humana por destacar.

Finalmente, pero no menos importante, quiero dar las gracias al equipo de investigación que se conformó para lograr los objetivos del proyecto CIIC-2019 de la Universidad de Guanajuato. En especial al Dr. Jacobo Herrera, quien me acompañó en parte del trabajo de campo y con quien platicué muchas de las ideas que ahora están plasmadas en este ejemplar, también al Dr. Alex Caldera, quien tuvo que asumir el rol de responsable del proyecto a la mitad de vida de éste por motivos de mi sabático. Y obvio, mi más amplio reconocimiento al alumnado que se interesó en este tema y que participó con esfuerzo y dedicación para obtener información, en especialmente a Sarahí Aguirre, Paulina Castro y Daniela Alderete, quienes mostraron amplia responsabilidad y compromiso para con el tema.

Previo a entrar en materia académica, quiero mencionar que todos los errores que se pudieran presentar en esta investigación recaen exclusivamente en mi persona. Señalar, que hay vacíos en esta investigación, no fue algo deliberado, sino que obedeció a la pandemia de la Covid-19 que de manera generalizada arrasó al mundo. En particular no se encuentra reflejada la percepción de los recuperadores urbanos, lamentablemente por el Covid-19 no les pude dar voz en esta investigación, lo cual me deja con la tarea de seguir involucrándome en este tema tan apasionante que es la GIRS. También hay que señalar que parte de la información aquí desarrollada ya se encuentra publicada en artículos de investigación y que el presente libro es una articulación de una gran cantidad de información que fui compilando con el equipo de jóvenes que me acompañaron.

Espero que el ejemplar que tiene en sus manos le ayude a comprender al lector, sea de León o de otro lugar, lo complejo que resulta la GIRS, y que este esfuerzo académico apenas captura una pequeña parte de la realidad que comprende el ámbito de la gestión de los RSU; pero especialmente, la intención es tratar de transmitir al lector lo importante que resulta en cambiar nuestra forma de pensar y lo relevante por transitar a prácticas que antepongan intereses ambientales y sociales sobre lo económico, ya que como se verá a lo largo del libro, las conductas que tomemos serán las que determinen la cantidad de recursos y el nivel de esfuerzo que necesitemos para gestionar los RSU en nuestras ciudades.

Dr. Daniel Tagle Zamora
Universidad de Guanajuato

INTRODUCCIÓN GENERAL

México, al igual que un gran número de países, mantiene asignaturas pendientes en la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) (SEMARNAT, 2019, 2020). Aspectos técnicos, financieros y de infraestructura representan la principal barrera para garantizar una gestión al menos de tipo operativa por parte de los entes municipales como responsables directos de la gestión de residuos sólidos urbanos (RSU), ya no hablar de considerar aspectos ambientales y sociales los cuales están mayormente ausentes dentro de los esquemas de gestión por parte de los municipios como proveedores de los servicios de aseo en México (Bernache, 2015; Jiménez, 2015a y 2015b).

Actualmente en México la generación per cápita de RSU es de 0.944 kg/hab/día, para un total diario a nivel nacional de 120,128 toneladas [Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2020]. Este volumen, 17% más que en 2012 (SEMARNAT, 2012), representa un problema que se concentra principalmente en las grandes ciudades, dada la correlación positiva que existe entre la generación de RSU con el ingreso y la concentración poblacional (Ceballos, 2017); esto para establecer que en aquellos municipios con una población mayor a 100 mil habitantes la generación per cápita está por encima del kilogramo al día (SEMARNAT, 2020).

Dada la baja capacidad en materia de prevención de generación de RSU, la recolección viene a ser el paso inmediato para evitar la dispersión de residuos sin control al ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003). Los datos señalados por SEMARNAT (2020) indican que México aún no consigue una recolección del 100%, alcanzando apenas un 83.87% promedio nacional de

cobertura, lo que implica que aproximadamente 19,377 t/día de RSU se encuentren dispersos a lo largo del territorio nacional afectando los componentes de salud y medio ambiente, de ahí la significativa importancia de aumentar la cobertura de manera universal en lo que respecta a la recolección.

La situación en materia disposición final es aún más grave, los datos del Diagnóstico en 2017 señalaban que se ingresaban en los sitios de disposición final (SDF) 86,352 toneladas al día; es decir, únicamente se dispone el 72% del volumen total que actualmente se genera. En este sentido, México enfrenta un fuerte rezago en el ámbito de la GIRS; en ese año, se encontraban registrados 2,203 SDF, ubicados en 1,722 municipios, lo que significa que 685 municipios no contaban con un SDF propio (aproximadamente el 40% de los municipios en el país), o bien, comparten con otros municipios dichos sitios para disponer sus residuos sólidos. Además de este rezago, se suman severos atrasos con respecto a las características técnicas y de infraestructura de estos SDF, como son: ausencia de captación de lixiviados y tratamiento de estos; carencia de infraestructura para la captura de biogás; falta de geomembranas para aislar a los residuos del suelo; insuficiencia de compactación de los residuos y escasez de infraestructura básica para protección del ambiente. Además, el 40.08% de los SDF en México no realiza ningún procedimiento señalado en la NOM-083-SEMARNAT-2003 (SEMARNAT, 2020). Este escenario de baja capacidad mostrada por los municipios para garantizar SDF acordes a la NOM-083 favorece escenarios de riesgo en materia salud, así como de deterioro del medio ambiente.

Bajo la nueva administración federal 2018-2024, la SEMARNAT (2019:3) señala que en México aún “prevalece una grave situación de desigualdad social en lo que refiere a la gestión de residuos sólidos urbanos, presentándose escasos casos de éxito.” Esta problemática impone serias responsabilidades a los actores locales encargados de la gestión, los cuales se ven fuertemente limitados en recursos de diversa índole.

En México la Fracción III del Artículo 115 Constitucional señala que las funciones y servicios públicos de agua potable y alcantarillado; alumbrado público; limpia; mercados y centrales de abasto; panteones; rastro; parques y jardines; y, seguridad pública y tránsito, recaen en los entes municipales. Estos servicios representan una forma de primer contacto entre gobierno y ciudadanos, siendo primordial para los municipios impulsar que se garanticen de manera universal bajo los criterios de continuidad y permanencia, adecuación a la demanda e igualdad (Espinosa y Martínez, 2000).

Para el manejo y gestión de residuos sólidos, la GIRS establece las diversas actividades que deben emprenderse, especialmente desde el ámbito municipal,

para prever o minimizar los impactos en la salud pública, el medio ambiente y la seguridad pública. No obstante, encaminar la GIRS representa un verdadero reto para las autoridades locales en términos técnicos, económicos, organizacionales e institucionales (Jiménez 2015a; Bernache, 2019), sumándose además la complejidad de garantizar la GIRS dentro de los procesos del desarrollo urbano que sufren las ciudades (Ceballos, 2017). Bajo este complejo contexto, los municipios deben armonizar entre cubrir los diversos procesos considerados por la GIRS, prevenir la generación de problemas socioambientales y alcanzar las expectativas de los ciudadanos (Jerez, Borja y D'Armas, 2018). Para enfrentar los retos, los prestadores de los distintos servicios públicos a nivel municipal cuentan con el sustento legal para definir el esquema de gestión con el que asumirán la provisión. Desde los ochenta, del siglo pasado, estos modelos se han concentrado en públicos, privados y mixtos, estos últimos influenciados por la ola neoliberal; sin embargo, actualmente existe una amplia participación diversificada a lo largo de toda la cadena de RSU que se viene estudiando.

En el caso de Guanajuato, donde se enmarcará la zona de estudio, presenta un escenario homologado al contexto nacional, pero con un margen de rezago. Tan solo en la última década Guanajuato ha mostrado una profundización en la gestión y manejo de sus RSU, pasando de una generación diaria de 5,063 toneladas y un *per cápita* de 0.92 kg/hab/día en 2010 (UNAM-PUMA, 2014) a 6,031 toneladas diarias y un *per cápita* de 1.02 kg/hab/día en 2020 (SEMARNAT, 2020), es decir, se ha presentado un crecimiento para la generación diaria de RSU de 19.11% y de 12% para la generación *per cápita*. Sumado a la problemática de este indicador el Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos de Guanajuato (PEPGIRSUG) de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial (SMAOT, 2021) indica que en el estado hay múltiples problemas relacionados con el proceso de prevención, separación de origen, recolección, valorización, tratamiento, y, por tanto, de disposición final (SMAOT, 2021). En este último punto, la información referente a los SDF señala que hay 42 SDF, de los cuales 15 son rellenos sanitarios, 10 son SDF controlados, 14 son SDF no controlados (botaderos), 2 SDF para residuos de la construcción y un relleno regional que recibe RSU de los municipios de Abasolo y Pueblo Nuevo; cabe señalar que 15 SDF ya rebasaron su vida útil (SMAOT, 2021:32).

Bajo este contexto, el tema que nos ocupa en el presente libro es el manejo de RSU en León, Guanajuato, tomando como unidad de análisis el Sistema Integral de Aseo Público de León (SIAP), el cual fue constituido en 2009, y que en la década del 2010 ha generado un modelo de gestión que ha redireccionado en un rumbo diferente a la tendencia nacional y estatal en materia de generación de RSU.

En los últimos 20 años el municipio de León ha tenido un crecimiento poblacional de 51.5%, ubicándose como el tercero más poblado en México, con 1.72 millones de habitantes (INEGI, 2020). A esta dinámica poblacional se suma su relevancia económica, al ser el municipio que más contribuye al Producto Interno Bruto (PIB) en Guanajuato (IMPLAN, 2020), así como ocupar en 2020 el noveno lugar a nivel nacional dentro de las ciudades con mayor actividad económica (IMCO, 2020). En este sentido, la combinación de ambos factores, población y economía debería estar presionando por una tendencia al alza en el volumen de la generación de RSU y en su derivado *per cápita*; no obstante, el comportamiento registrado en León indica que la generación *per cápita* ha disminuido al pasar de 1.02 kg/hab/día en 2005 a 0.68 kg/hab/día para 2020 (SIAP, 2020; SMAOT, 2021). En lo que respecta al volumen generado diario de RSU en 2007 fueron 1,150 tone-ladas, mientras que en 2020 el volumen diario fue de 985 toneladas (Municipio de León, 2013; SMAOT, 2021). Para este último indicador se tiene que en trece años se ha presentado una disminución de 17%, mientras que para el caso de la generación *per cápita* la reducción ha sido del 41% entre 2005 y 2020. Estos datos hacen necesario realizar una revisión detallada del estado actual de la generación de RSU en el municipio de León, así como el modelo de gestión que se aplica a través de sus distintos servicios y programas de la paramunicipal para comprender la lógica del viraje positivo que el sistema de aseo público de la ciudad ha conseguido para atender el tema de la gestión de los RSU de León.

Bajo este contexto desarrollado se tiene que el objetivo de la presente obra consistió en estudiar el manejo de RSU en León, Guanajuato; es decir, establecer el proceso implementado por el SIAP en el manejo de RSU que le ha permitido obtener reducciones sensibles en sus principales indicadores, esto a pesar del crecimiento poblacional y económicos que ha experimentado la ciudad León.

De acuerdo con la Visión Basura Cero (SEMARNAT, 2019) se requiere de identificar aquellas experiencias de éxito que permitan replicarse en municipios que experimentan rezagos en su gestión y manejo de RSU. Para esta investigación se consideraron los enfoques de Economía Ecológica (EE), Economía Circular (EC) y los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) para poner en perspectiva el caso de León.

Bajo esta tesis, el presente libro nombrado "Mirada y reflexión de la gestión de residuos sólidos urbanos en León, Guanajuato" representa un esfuerzo académico en describir y analizar el tema de la GIRS en el municipio de León. La revisión del estado del arte, realizado en esta investigación, identificó un vacío del análisis académico para este tema en el municipio; por el cual, este ejemplar representa una contribución que puede ser sometido para su amplia discusión.

En la parte metodológica ésta fue de carácter cualitativo, con entrevistas a profundidad a los responsables de la gestión y manejo de RSU de León, así como actores de las empresas privadas que prestan el servicio de recolección, disposición final y generación de energía eléctrica a partir de la biomasa del relleno sanitario de la ciudad. La información cuantitativa que ha permitido el análisis del caso de estudio ha sido de informes oficiales complementada con las entrevistas realizadas.

Lista de actores entrevistados durante el año 2019:

1. Director General del SIAP.
2. Subdirector de Desarrollo Institucional y Administración.
3. Subdirector del Área de Tratamiento y Disposición de Residuos.
4. Subdirectora de Comunicación Social y Educación Ciudadana.
5. Subdirector de Planeación y Desarrollo.
6. Consejero ciudadano de la SIAP encargado del cierre y clausura del Sitio de Disposición Final La Reserva.

En el caso de las empresas colaboradoras con el SIAP se entrevistó a:

1. Gerente de Operaciones de GISA.
2. Gerente de Operaciones de Promotora Ambiental.

Adicionalmente, se entrevistó al entonces Subsecretario de la Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato (SMAOT), quien había fungido como director de la Dirección General de Medio Ambiente del Municipio de León entre 2013 y 2015. Todas las entrevistas se realizaron entre los meses de julio a noviembre de 2019, y se enfocaron en conocer a profundidad el esquema de gestión de RSU implementado en León.

En el caso de la revisión de fuentes de información oficiales, se consideraron los principales instrumentos a nivel federal, estatal y municipal empleados para la planeación de la gestión de RSU:

1. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (2003)
2. Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos 2009-2012
3. Visión Basura Cero (2019)
4. Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos (2020)

-
5. Programa Estatal para la Prevención y Gestión Integral de Residuos del estado de Guanajuato (2014)
 6. Modelo Integral para el Manejo y Gestión de Residuos en León (2016)
 7. Programa Municipal para la Prevención y Gestión de Residuos para el Municipio de León, Guanajuato (2020)

Partiendo de la revisión de los diferentes instrumentos para la gestión de residuos y de la realización de las entrevistas se procedió a describir el modelo de gestión de RSU de León, señalando los diferentes servicios ofrecidos por la paramunicipal para atender el tema del aseo público. Bajo esta lógica, se procedió con la identificación de los principales indicadores que ha tenido como resultado el actual esquema de gestión implementado por el SIAP y ubicarlos dentro del contexto nacional y estatal que permitan dar referencia de la situación actual en León, Guanajuato.

Como ya fue mencionado en el prefacio, una de las asignaturas pendientes de la presente obra es la ausencia de un capítulo dedicado a la importante labor que tienen los recuperadores urbanos en la GIRS. Debe resaltarse que su papel en la actual gestión es trascendental para el tema ambiental. Si bien, su labor es una implicación del agresivo modelo económico que los ha excluido, los recuperadores urbanos presionados por obtener una fuente de ingreso contribuyen indirectamente al componente ambiental, recuperando aquellos residuos valorizables que pueden ser aprovechados como insumos en otros procesos productivos. Su actividad económica no solo ha impactado en el plano ambiental, sino que también indirectamente causa una externalidad positiva para el municipio, aliviando los compromisos financieros del SIAP con los concesionarios por el servicio de recolección de RSU en la mancha urbana. Cada tonelada recuperada por este grupo de actores le implica a el SIAP una tonelada menos por pagar, además de solventar temporalmente el problema de la ausencia de la planta de recuperación y aprovechamiento que les debe el municipio a los ciudadanos. Señalar de manera remarcada que adicionalmente a la recuperación de residuos con valor dicha actividad se realiza de manera manual lo que impacta de manera positiva al ser cero emisiones en comparación con la recolección mecánica de los concesionarios, cuya huella de carbono se presenta por el combustible consumido para la recolección y tratamiento de los residuos.

Con esta investigación se espera abonar a incentivar nuevas investigaciones, que contribuyan a cuestionar y aportar, hacia un modelo de RSU en León que sea congruente social y ambientalmente, esto ante el actual y futuro panorama al que nos convoca el escenario del cambio climático.

La obra está dividida en seis capítulos. El primer capítulo se centra en la GIRS y en dos de sus fases dada la caracterización que presenta el caso de León: la recolección y traslado, así como la disposición final de residuos. De igual manera, se aborda el planteamiento de los ODS y su relación con la gestión de RSU, especialmente para determinar más adelante el rumbo de la experiencia de la ciudad de León. El segundo capítulo desarrolla brevemente los enfoques considerados para analizar el caso de la gestión de RSU en León, se toman la Economía Ecológica, la Economía Circular y la valoración de los ODS. El capítulo tres aborda los distintos procesos que abarca el servicio de aseo público implementado por el SIAP para León en la década del 2010. Se considera el objetivo y metas que tiene el SIAP, así como la organización de la gama de servicios con los que intenta plantear un proyecto integral que ofrezca una imagen de una ciudad limpia, pero que también muestra las complejidades y retos que aún presenta. En el capítulo cuatro se abordan los esquemas de recolección y traslado de RSU del municipio de León en la última década. Se considera la descripción de cada uno de ellos, con especial énfasis en el concesionario. Se encontró en las entrevistas que existe una percepción de aceptación social respecto al servicio, pero que no deja de lado la preocupación ambiental que tienen los usuarios sobre la actual modalidad de recolección, misma que no la logra internalizar la consideración ambiental como parte del sistema, reflejando una asignatura importante por atender en el futuro inmediato. El capítulo cinco se planteó como objetivo describir los dos SDF (La Reserva y El Verde), así como los retos que plantean en materia de salud, ambiente y economía para los leoneses. Para el capítulo 6 se planteó recuperar las acciones emprendidas desde el SIAP para incidir en la disminución del volumen de residuos que ingresan al relleno. Como cierre se ofrecen las conclusiones generales desde la perspectiva de los enfoques considerados en la presente.

Finalmente, es necesario comentar que esta investigación ha sido parte del apoyo dos proyectos financiados por la Dirección de Apoyo a la Investigación y el Posgrado de la Universidad de Guanajuato bajo las convocatorias CIIC 2019 y 2023 a quien doy las gracias por la confianza, señalando que cualquier error o detalle es exclusivamente de quien escribe.

1. ASPECTOS CONCEPTUALES

Introducción

México instituyó entre los años ochenta del siglo pasado y principios del nuevo milenio el marco normativo que actualmente rige la gestión y manejo integral de los residuos sólidos urbanos (RSU). La Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA, 1988) y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003) son actualmente los instrumentos rectores que han dado la pauta para que Federación, Estados y Municipios avancen coordinadamente en la administración de los RSU (Jiménez, 2015a), siendo estos últimos los responsables de implementar los procesos de reducción, separación y valorización de RSU, tales que minimicen el impacto en la salud humana y el ambiente (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003). No obstante, a casi veinte años de implementación de la LGPGIR la propia Federación en su Visión Basura Cero (SEMARNAT, 2019) ha reconocido que dichos instrumentos no reflejan una gestión de residuos adecuada; indicadores clave como la generación diaria y *per cápita* de RSU son muestra de las asignaturas pendientes que prevalecen en el sector. Mientras en 2004 México generaba diariamente 94,800 toneladas con un *per cápita* de 0.90 kg/hab/día para 2020 se registró una generación diaria de 120,128 toneladas y un *per cápita* de 0.94 kg/hab/día (SEMARNAT, 2004; SEMARNAT, 2020), es decir, un crecimiento en la generación *per cápita* de 4.4%; aspecto que ha llevado a las autoridades federales a replantearse la gestión y manejo de RSU dando

espacio a la incorporación de nuevos planteamientos como la Economía Circular (EC), con la que se pretende revirar la compleja situación que padece México a la vez de encaminarnos en el cumplimiento de los OSD de la Agenda 2030 que México firmó en 2015.

En este sentido, el presente capítulo se centra en la GIRS y en dos de sus fases dada la caracterización que presenta el caso de León: la recolección y traslado, así como la disposición final de residuos. De igual manera se aborda el planteamiento de los ODS y su relación con la gestión de RSU, especialmente para determinar más adelante el rumbo de la experiencia de la ciudad de León.

La gestión integral de residuos sólidos

La GIRS se refiere a aquel enfoque estratégico de sostenibilidad para la gestión de residuos sólidos que alcanza a todas las fuentes y todos sus aspectos, abarca las actividades vinculadas con la generación, separación de origen, almacenamiento, recolección, transporte, transferencia, segregación, tratamiento, recuperación y disposición final de menara integrada, siendo el uso eficiente de recursos el eje rector de la gestión. En este sentido, el objetivo de la GIRS es minimizar el impacto que los residuos pueden provocar en la salud de la población y en afectaciones negativas al medio ambiente (Avina, 2012; Graziani, 2018; Ojeda, 2018; Tchovanoglous, Vigil y Theisen 1994; UNEP, 2009).

Para México, el Artículo 1 de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) de 2003 se refiere a la Gestión Integral de Residuos, como el:

Conjunto articulado e interrelacionado de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación, para el manejo de residuos, desde su generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003:4).

La GIRS, por tanto, es un proceso complejo que necesita de la armonización dinámica de distintos ámbitos para dar viabilidad al alcance de sus objetivos en contextos de continuos cambios. Requiere de la integración y participación de todos los actores; la flexibilización de las instituciones; la disponibilidad de recursos humanos, técnicos, económicos, tecnológicos y financieros; así como de la am-

plia voluntad política para encaminar cada caso particular hacia la GIRS (Jiménez, 2015b; Kalia, Bolia y Sushil, 2020; UNEP, 2009).

Los ámbitos para la sostenibilidad de la GIRS (tabla 1.1) deben estar enmarcados por las perspectivas del género, la equidad social y los derechos humanos (AVINA, 2012). Es decir, la ausencia de estos enfoques fuera de los instrumentos de la GIRS, tal como los Planes-GIRS, pueden generar sesgos que alejen aquellos intentos de los objetivos establecidos.

La GIRS contempla un esquema de jerarquización (figura 1.1), que busca la minimización de los residuos generados emparejado con la maximización de los beneficios que se pueden obtener del aprovechamiento de aquellos residuos susceptibles de ser valorizables (Graziani, 2018). Como es notorio, el enfoque preventivo es clave para la GIRS, dado que directamente implica el ahorro de todos aquellos recursos que contrariamente se tienen que activar cuando se tiene que atender un residuo generado.

En el caso de la normativa mexicana, la LGPGIR (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003) enfatiza la prevención como elemento eje para garantizar a toda persona el derecho humano a un medio ambiente sano y al desarrollo sustentable. Esta jerarquización es una guía que define indicadores para medir los avances que cada caso particular logre con respecto a la GIRS (UNEP, 2009).

En lo que corresponde a la responsabilidad de implementar la GIRS, Abellán (2018) señala que en América Latina dicho tema mayoritariamente recae sobre los gobiernos locales. En México, la fracción III del Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM, 1999) señala que las funciones y servicios públicos del proceso de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos recae directamente en los entes municipales. Este párrafo III del Artículo 115 constitucional está vinculado con el Artículo 5 apartado XVII de la LGPGIR (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003) que aborda el manejo integral: actividades de reducción en la fuente; separación; reutilización; reciclaje; co-procesamiento; tratamiento biológico, químico, físico o térmico; acopio, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para adaptarse a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003:5).

Tal como plantea la LGPGIR, el manejo integral se agrega como un componente más de la GIRS. En este sentido, esta forma de gestión es la parte técnica-operativa de la GIRS que es visible para el ciudadano.

Tabla 1.1. Ámbitos para la sostenibilidad de la GIRS	
Ámbito	Refiere a
<i>Político-Jurídico</i>	Asegurar la viabilidad política por parte de los distintos niveles de autoridad y aquellos otros actores involucrados en concordancia con el marco legal.
<i>Organizacional</i>	La capacidad de los municipios, o autoridades locales, para desarrollar capacidades de sus estructuras orgánicas capaces de sostener administrativamente los procesos de operación y mantenimiento del sistema de residuos sólidos.
<i>Socio-Cultural</i>	Garantizar que la participación de la población esté incorporada en el diseño de las estrategias y metodologías para la GIRS.
<i>Técnico-tecnológico</i>	La selección de tecnologías adecuadas para la implementación en cada una de las actividades de la GIRS.
<i>Económico-Financiero</i>	La incorporación de tarifas y retiro de subsidios que garanticen la sostenibilidad del servicio (cobertura de costos de operación, mantenimiento, reposición y capitalización) tomando en cuenta los aspectos socio-económicos de la población y su voluntad de pago.
<i>Ambiental</i>	Propiciar los procesos necesarios que mitiguen los impactos negativos que tiene la generación de residuos tales como los gases, lixiviados y olores.
Fuente: Elaboración propia a partir de AVINA (2012:18-22)	

Dentro de las modalidades de ejecución de los procesos de la GIRS, Abellán (2018) comenta que las municipalidades de la región han tendido a implementar el manejo integral de manera propia, o bien, a través de contratos con particulares, esto dependiendo de las características que presenta cada municipalidad de acuerdo con su tamaño, capacidad económica e inclusive cuestiones ideológicas del gobierno en turno.

En México, los prestadores de los distintos servicios públicos a nivel municipal cuentan con el sustento legal del Artículo 115 constitucional (CPEUM, 1999) para definir el esquema de gestión con el que asumirán la provisión. Desde los ochenta, del siglo pasado, estos modelos se han concentrado en públicos, privados y mixtos, estos últimos influenciados por la ola neoliberal (Tagle y Caldera, 2021).

Recolección de RSU

La recolección de residuos es “la actividad que incluye acopiar los residuos sólidos de diversos orígenes y transportarlos hasta el centro de transferencia, planta de aprovechamiento o sitio de disposición final (Rodríguez, 2008:34).” Este proceso

Figura 1.1 Jerarquía de la GIRS



Fuente: tomado de Graziani (2018:37)

se articula de manera dependiente con los otros elementos de la GIRS (Abellán, 2018; Tchobanoglous *et al.*, 1994), constituyendo una parte medular en el manejo de residuos [Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), 2001] al ser la etapa responsable de retirar la presión social que implica para los ciudadanos el manejo de los residuos generados dentro de sus viviendas. Por lo tanto, la recolección no sólo es esencial para preservar la salud pública y el medio ambiente, sino también representa un factor importante para la estabilidad social y la gobernabilidad.

Este proceso usualmente es el de mayor carga económica para los municipios en México, al representar entre el 70 y el 85% de los costos totales de la GIRS (Rodríguez, 2008). La tabla 1.2 sintetiza las principales modalidades de la prestación del servicio de recolección, los métodos y las técnicas más empleadas en México.

Tal como se puede apreciar, el servicio de recolección de residuos tiene un papel esencial en la prestación de los servicios municipales. El correcto proceso para desempeñar esta fase de la GIRS se traducirá en aspectos sociales, ambientales y de salud positivos para quienes son beneficiados por este servicio público.

Los Sitios de Disposición Final en México: su normativa

La última etapa dentro de la cadena del proceso de la GIRS corresponde a la disposición final, referente al empleo de aquel espacio físico donde es confinado indefinidamente aquel rechazo que resulta del proceso previo de recuperación de material valorizable. Para Saraffian (2018:103) en esta etapa:

Tabla 1.2. Modalidades, métodos y tecnologías para la recolección en el Manejo Integral

		Descripción
Modalidad*	Servicio municipal directo	Es la prestación del servicio utilizando recursos humanos y tecnológicos, instalaciones, maquinaria y equipo propios del gobierno local.
	Concesión con entidades privadas	Es el particular seleccionado, usualmente de un proceso de licitación y contratación, quien ofrece el servicio con los recursos humanos y tecnológicos, instalaciones, maquinaria y equipo propios con las características propias definidas en los términos de referencia de la convocatoria para la prestación de la recolección.
	Alianza Público-Privado	Es una asociación establecida por un contrato, a través de licitación, entre el municipio y entre particulares donde se definen las obligaciones y responsabilidades de cada una de las partes.
	Economía Mixta	Es una empresa constituida por capital social aportado por el municipio y por un privado. El fin es la prestación del servicio público bajo un esquema de sociedad anónima y bajo un marco normativo del derecho privado, esto sin perjuicio de su sujeción al derecho público cuando se requiera.
	Pequeños Particulares	Es el acuerdo directo que se da entre el generador doméstico de residuos y algún pequeño particular que se encarga de la recolección por un pago definido entre las partes. Esta modalidad no presenta una intermediación o regulación por parte del municipio.
Métodos de recolección**	Parada fija	Se realiza en una parada fija en donde la unidad utilizada para la recolección y transporte aguarda a los usuarios domésticos que previamente han sido alertados para la disposición de residuos mediante el toque de una campana.
	De acera	La recolección se realiza por medio de los "peones" de la cuadrilla que va acopiando los residuos que han sido colocados por los usuarios en las aceras frente a sus viviendas.
	De contenedores	La recolección se realiza con un horario preestablecido en donde los usuarios depositan sus residuos domésticos en contenedores que son recolectados por un vehículo especial.
	Selectiva	Es la recolección diferenciada (orgánicos-reciclables-resto) que está en función de los residuos que se pretenden recuperar y aprovechar dejándolos fuera del flujo que se destina directamente al sitio de disposición final.
Tecnología de recolección	Camiones compactadores	Son unidades motorizadas diseñadas específicamente para las actividades de recolección de residuos. Conocidos como unidades compactadoras tienen un sistema de compactación que les permite una mayor capacidad de carga y por tanto un aumento en la eficiencia del transporte de los residuos. Este tipo de equipo favorece sensiblemente la imagen del servicio dado que no se dan escurrimientos de los lixiviados, no se visibilizan los residuos y no hay dispersión de los olores.
	Camiones a cielo abierto	Son unidades motorizadas cuyo diseño no corresponde específicamente para abordar la actividad de la recolección de residuos. Son equipos adaptados (improvisados) que ponen en alto riesgo al personal recolector y se caracterizan por el escurrimiento de lixiviados y la dispersión de olores.
	Triciclos	Son equipos no motorizados empleados comúnmente por los recuperadores urbanos, conocidos como pepenadores, con capacidad de carga entre 0.4 y 1.5 metros cúbicos.

Fuente: Elaborado con información de Abellán (2018)

El relleno sanitario es la metodología técnica para la disposición final de RSU. Es una obra de ingeniería, cada vez más avanzada, diseñada y operada para la contención y el confinamiento de los residuos con sistemas de protección ambiental y de seguridad para la salud de la población.

El diseño de los SDF depende esencialmente de las características de los residuos que serán finalmente confinados en dicho espacio. En el caso mexicano la NOM-083-SEMARNAT-2003 señala que un relleno sanitario es una (tabla 1.3):

Obra de infraestructura que involucra métodos y obras de ingeniería para la disposición final de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, con el fin de controlar, a través de la compactación e infraestructura adicional, los impactos ambientales. (NOM-083-SEMARNAT-2003).

Dentro de las actividades realizadas dentro de los rellenos sanitarios y que corresponde a la GIRS se tienen: la distribución de residuos; trituración y compactación; cobertura superior del relleno; estabilidad del relleno sanitario; manejo de los lixiviados generados (captación y tratamiento); y, captación y quema de biogás (Saraffian, 2018).

Estas actividades por un periodo de tiempo de vida del relleno sanitario deberán ir acompañadas de un plan para el cierre y clausura del SDF. En el caso de esta fase, la cubierta final del relleno sanitario estará en función del uso del suelo al que se destine el polígono; tal como se mencionó, la regulación de los SDF en México depende de la NOM-083-SEMARNAT-2003, la cual es el instrumento oficial para el diseño, construcción, operación y cierre de los SDF acorde a las necesidades de la salud pública y el medio ambiente.

Residuos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

El 25 de septiembre de 2015 los países miembros de las Naciones Unidas adoptaron de manera unánime diecisiete objetivos centrados en el desarrollo sostenible a ser alcanzados en un plazo de 15 años (ONU, 2019). Este conjunto de objetivos, conocidos como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), tienen la prioridad de enfrentar a nivel global las amenazas sociales, ambientales y económicas que arrastran los países miembros y que se concentran en eliminar la pobreza, resguardar el planeta y garantizar condiciones de paz y prosperidad para todos (Martínez, Henríquez, Freire y Rodríguez, 2019). Los ODS en este sentido representan un referente para medir los avances que puedan lograr los firmantes al 2030 (Mulder y Albaladejo, 2020).

Para el caso de la gestión de residuos, el objetivo 12 “Producción y consumo responsables” de la Agenda 2030 lo aborda de manera precisa en el objetivo 12.5: “De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante la prevención, reducción, reciclado y reutilización (Naciones Unidas, 2019).” Este

Tabla 1.3. Obras complementarias en los SDF			
Obras	Tipo de Relleno (toneladas al día)		
	A (Mayor a 100)	B (50 a 100)	C (10 y menor a 50)
Caminos de acceso	X	X	X
Caminos interiores	X	X	
Cerca perimetral	X	X	X
Caseta de vigilancia y control de acceso	X	X	X
Báscula	X	X	
Agua potable, electricidad y drenaje	X	X	
Vestidores y servicios sanitarios	X	X	X
Franja de amortiguamiento	X	X	X
Oficinas	X		
Servicio médico y seguridad personal	X		

Fuente: NOM-083-SEMARNAT-2003 (2003: 13)

objetivo 12 plantea que el modelo de progreso económico y social dominante ha sido causante en el último cuarto de siglo del deterioro ambiental de la base natural de la cual depende nuestra especie.

Como muestra la tabla 1.4, los ODS muestran una significativa transversalidad entre ellos; en lo específico, la gestión de residuos presenta una interrelación con trece de los diecisiete ODS, siendo los objetivos 3 “salud y bienestar” y 11 “ciudades y comunidades sostenibles” con los que mayor interrelación guarda.

Con cada ODS la ONU ha colocado la urgencia en los países adherentes para realizar al interior de cada uno de ellos los cambios institucionales, normativos, políticos, económicos, sociales y culturales para cumplir las metas; y de manera puntual en el ODS 12, garantizar la eficiencia de los recursos y minimizar los residuos. No obstante, los ODS, tal como están planteados implican una elevada complejidad de coordinación de sus políticas públicas y de recursos financieros para materializarse; aspecto que requerirá de una activa participación para coadyuvar a la integración de prácticas sostenibles y respetuosas con el ambiente por parte de todos los actores.

Con esta línea, en lo inmediato surge el llamado por descartar el actual proceso económico lineal, caracterizado por su nociva conducta ambiental de extraer re-

Tabla 1.4. Objetivos mundiales en materia de gestión de residuos y ODS		
Objetivos Mundiales en Materia de Gestión de Residuos		ODS Conexos
Garantizar para el año 2020	Generalizar el acceso a servicios adecuados, seguros y asequibles de recolección de residuos sólidos	3. Salud y bienestar 11. Ciudades seguras
	Poner fin a los vertederos no controlados y la quema a cielo abierto	3. Salud y bienestar 11. Ciudades seguras 12. Producción y consumo responsable 6. Agua limpia y saneamiento 14. Recursos marinos 15. Ecosistemas terrestres
Garantizar para el año 2030	Lograr una gestión de todos los residuos, en particular los residuos peligrosos, que sea sostenible y respetuosa con el medio ambiente	12.4. Gestión de todos los residuos 13. Acción por el clima 7. Acceso a la energía
	Reducir sustancialmente la generación de residuos a través de la prevención y de las "3R" (reducir, reutilizar y reciclar), y crear empleos verdes	12.5. Las 3R 8. Crecimiento y empleo 1. Fin de la pobreza 9. Industria sostenible
	Reducir a la mitad la cantidad de residuos alimentarios per cápita a escala mundial en la venta al por menor y a nivel de los consumidores, y disminuir las pérdidas de alimentos en la cadena de distribución	12.3. Residuos alimentarios 2. Lucha contra el hambre; logro de la seguridad alimentaria
Fuente: Banco de Desarrollo de América Latina (2018: 29)		

curso naturales para la producción de mercancías y por la disposición de residuos que generan tanto la producción como el consumo, siendo este proceso totalmente inviable en la nueva perspectiva internacional que ha planteado la ONU.

Conclusiones

Conocer el enfoque de la GIRS resulta relevante como referente para definir los procesos que implica cada etapa que se debe dar en la prestación de los servicios municipales de aseo público. Este enfoque, junto con los ODS, permite conocer el rumbo que se le está dando en el ejercicio de la gestión desde cada caso específico.

El seguimiento de la GIRS resulta esencial para no generar externalidades en materia social y ambiental, además del plano de seguridad.

Corresponde en este sentido a cada municipio, de acuerdo con la fracción III del Artículo 115 de CPEUM, el cumplir correctamente las funciones y servicios públicos del proceso de limpia, recolección, traslado, tratamiento y disposición final de residuos. Para ello, cada municipio debe establecer su propia estrategia para atender el tema, aun cuando carezca de recursos financieros, técnicos, ingenieriles, institucionales, humanos, entre otros. Resulta importante, en este sentido, generar acuerdos con la sociedad y el sector privado para establecer las mejores prácticas orientadas no exclusivamente a la atención de cada fase de la gestión sino a la esfera de la prevención, este último como punto importante para abordar la problemática que actualmente se padece en una gran mayoría de los municipios del país.

2. ENFOQUES PARA APROXIMARSE AL ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS: ECONOMÍA CIRCULAR Y ECONOMÍA ECOLÓGICA

Introducción

El surgimiento de la Economía Ecológica (EE), en los años ochenta del siglo pasado, como nuevo campo del conocimiento en la economía trajo consigo una propuesta analítica heterodoxa con su naciente plataforma metodológica. Destaca el reconocimiento a cuestiones éticas como equidad, justicia social, sustentabilidad, inclusión y respeto, aspectos imposibles de ver en el lenguaje de su contraparte ortodoxa, llamada economía neoclásica. Dentro de los desencuentros entre estos enfoques de la economía, el tema de las implicaciones de la lógica del crecimiento económico ilimitado ha sido el punto de mayor tensión. Este último ampliamente fomentado por la ortodoxia y profundamente cuestionado por la EE. En esencia, existe un conflicto en la arena política académica entre estos dos enfoques, que se traduce en el reconocimiento de la ortodoxia en el plano de las políticas económicas, al implantar el dogma del crecimiento económico en la agenda de los países capitalistas. Por lo que el tema de la generación de Residuos Sólidos tiene una amplia relevancia bajo la dimensión económica que no se limita a ésta, sino que trasciende a cuestiones sociales, ambientales y de salud. No obstante, el dominio de la ortodoxia y la promoción del crecimiento económico ilimitado impone retos en el sector de la gestión de RSU, ya que al crecer la producción y el consumo en automático se incrementa la generación de residuos en las sociedades

capitalistas. La desarticulación y desvinculación de la política económica respecto a las ambientales y sociales genera una serie de externalidades que estas últimas absorben bajo condiciones en desventaja. Se enfrenta el enorme reto de solventar las múltiples problemáticas causadas por el sistema económico ante la inflexibilidad estructural de invertir la prioridad de las dimensiones en *pos* de generar calidad de vida y sustentabilidad. En este sentido, la manera de comprender y explicar la gestión de RSU en las sociedades modernas depende del enfoque analítico seleccionado. La economía ortodoxa, por un lado, promueve una Economía Circular (EC), que a pesar de reconocer en el sistema económico dominante el origen del problema sigue planteando como respuesta valorizar la basura como residuo, promoviendo su integración en circuitos para hacer eficiente el uso de los recursos a lo largo de toda la cadena de producción y conseguir una economía de cero desechos, con un total aprovechamiento de todos los residuos sin cambiar de fondo la lógica del crecimiento económico. La EE, por su lado, plantea transitar fuera de la lógica del crecimiento económico tanto por los problemas de desigualdad como por los retos ambientales que genera. Este enfoque plantea como cambio radical el componente de la distribución y causar una nueva dinámica en donde el sistema económico sea definido de manera general como un subsistema de los ámbitos social y ambiental. Una economía integrada (Aguilera, 2016) que resuelva la cobertura de las necesidades básicas de la sociedad, imponiendo ritmos de metabolismo de tipo orgánico frente a los actuales ritmos del metabolismo industrial (Toledo, 2016). La EE cuestiona, por lo tanto, el modelo de las sociedades de consumo que han sido construidas socialmente bajo intereses económicos y que buscan mantener el dominio del crecimiento económico como forma de organización social y de bienestar de ésta. Para la EE el paso consiste en cambios sociales de manera voluntaria una vez que han sido informadas las sociedades de las implicaciones que conlleva el actual estilo de vida empujando por conductas y comportamientos responsables con el entorno, bajo lo cual es necesario reconocer las múltiples aportaciones del campo de la EE haciendo una crítica contundente en los ámbitos social, económico y ambiental, mostrando la relación directa entre crecimiento económico ilimitado y crisis multidimensional a escala planetaria, y dentro de ellos el problema de la generación de residuos sólidos como un componente más de la crisis global.

El presente capítulo tiene por objetivo sintetizar los enfoques de la EC y la EE, para conocer su potencialidad, a través del análisis que pueden presentar frente a la compleja realidad ambiental y social que nos desborda en las diferentes áreas del conocimiento, en este caso específico el tema de la Gestión Integrada de Residuos Sólidos Urbanos. La idea es lograr que el lector tenga dos lentes analíticas para

valorar y comprender este tema particular que será desarrollado en el resto del capítulo, tomando como caso de estudio la Ciudad de León, Guanajuato.

El capítulo se desarrolla de la siguiente manera. En la primera sección se cuestiona el papel de la ortodoxia y su retroalimentación para con la crisis ambiental, alimentado por la lógica del modelo del crecimiento económico ilimitado. La segunda sección describe brevemente el enfoque de la EE, como un nuevo planteamiento emergente para subsanar la lógica del crecimiento económico ilimitado. En el tercer apartado se aborda a la EE, como marco de referencia que será usado de manera preponderante en esta investigación para valorar el esquema de la gestión de residuos. Finalmente, se ofrecen las conclusiones.

Crecimiento económico, evidencias ambientales y límites teóricos

El discurso dominante de desarrollo que se construye en el ámbito político tiene sus bases teóricas en el enfoque de la económica neoclásica. El contexto actual, de la economía política internacional, evidencia el repunte ideológico neoliberal del crecimiento económico ilimitado, especialmente en un tenor de incongruencia ante la emergencia climática global. Durante la administración de Donald Trump Washington optó por remar en solitario, confrontando la teatral agenda ambiental internacional pactada en la COP 21 de París, retomando su esquema productivo sustentado en los hidrocarburos, los cuales están simbólicamente penalizados por la comunidad internacional. La visión individualista de Trump no era más que un buen reflejo de la praxis capitalista; un capitalismo que nos muestra su profundo enraizamiento en la lógica del pensamiento de la sociedad, que aun con la amenaza climática el sistema consigue garantizar los gustos y preferencias individuales frente al bien común. Las continuas descalificaciones a la comunidad científica, encargada de estudiar el cambio climático, son el perfecto reflejo de la defensa de la sociedad de mercado, sobrepasando los límites de la dignidad de la sociedad ante una postura prepotente y soberbia.

La dinámica autoexpansionista del capitalismo ha ido acompañada por un andamiaje respaldado en lo teórico, pero dissociado de lo que sucede en la realidad, especialmente en la de los sistemas ecológicos del planeta (Aguilera, 2016). La Economía Ambiental y la Economía de los Recursos Naturales son las áreas especializadas en los temas ambientales desde el enfoque de la teoría neoclásica, enfrentando de manera paliativa el cáncer productivista que ha sembrado con su influencia en el planeta. Dada su fuerte influencia en las políticas públicas, es me-

nester mencionar la inseparable relación con la lógica del crecimiento económico, misma que es parte del centro de atención del presente capítulo.

El análisis neoclásico de la parte ambiental ha impuesto a la naturaleza dos exclusivas funciones o “servicios” enfocadas a los intereses de mercado: como insumo de materiales y energía, y como receptora de residuos. Esta perspectiva plantea la necesidad de empujar hacia una “modernización ecológica”, basada en dos acciones: el uso de instrumentos económicos (por ejemplo, los eco-impuestos y mercados de permisos de emisiones) y el uso de la tecnología orientado a disminuir los insumos energéticos y materiales (Sonnenfeld, *et al.*, 2002). Junto con estos elementos se suma el optimismo tecnológico centrado en la desmaterialización de la sociedad, postura severamente cuestionada ante los diversos umbrales ecológicos ampliamente rebasados por la sociedad de mercado.

Esta vertiente economicista tiene como uno de sus principales propósitos consolidar la lógica de mercado en la resolución de los temas ambientales. Imponiendo lenguajes de valoración de la naturaleza exclusivamente en la lógica monetaria. De acuerdo con Barkin, Fuente y Tagle (2011:3), entre las premisas de este enfoque economicista vinculadas con lenguajes de valoración de la naturaleza y su relación con el tema ambiental destacan los siguientes:

El mercado es el instrumento más eficiente para la asignación de recursos y con capacidad de regular y reorientar los hábitos de los “actores” de la sociedad (léase consumidores y prestadores de servicios) de una manera más equilibrada y responsable con el ambiente. Frases de sentido común como “contaminamos porque es la forma más barata de deshacernos de las cosas”, “desperdiciamos el agua porque no nos cuesta” son utilizadas para plantear igualdad de responsabilidades entre todos los sujetos de la sociedad. Por tanto, la incorporación y uso de lenguajes de valoración de la naturaleza de tipo monetario en un mercado posibilitará que los agentes cambien sus hábitos (de consumo o producción) hacia unos menos degradantes.

Su fórmula para disminuir la problemática ambiental descansa, entonces, en el diseño y la aplicación de una serie de instrumentos orientados a internalizar (las “externalidades”) los costos ambientales y las preferencias de las generaciones futuras a través de una clara asignación de la propiedad, así como el establecimiento de precios de mercado a los recursos naturales y a sus servicios ambientales (Labandeira *et al.* 2007). El costo-beneficio (monetario) se constituye en su método predilecto de evaluación.

Considera la posibilidad de la compensación y de la sustituibilidad del “capital natural” por el capital socialmente fabricado y de la factibilidad de su medición en precios definidos en el mercado. La noción de negociación sustituye a la de conflicto.

Frente a esta disociación ambiental empujada por el capitalismo (Aguilera, 2016), existen múltiples evidencias ante las implicaciones socioambientales de la relación negativa entre la promoción al crecimiento económico y el deterioro ambiental. Magdoff y Foster (2010) detallan la severidad de la problemática ambiental que aqueja a los procesos homeostáticos de la biósfera como consecuencia de la instauración de la racionalidad capitalista y las implicaciones en el plano social. El análisis emprendido se centra en una compilación de diversos estudios, vinculando el grado de deterioro de los niveles de resiliencia ecológica. Con esto, el indicador de los umbrales ecológicos se vuelve en un instrumento idóneo para ubicar los problemas por dimensión ambiental. Una de las principales manifestaciones de este grado de disminución es el de la biósfera, esencial en el vínculo para mantener un equilibrio dinámico en los ritmos de los ciclos biogeoquímicos, el cual se encuentra en el aumento del grado de concentración de los gases de efecto invernadero (GEI), lo que se traduce en el llamado cambio climático (tabla 2.1).

Haciendo referencia al “Límite Planetario”, Magdoff y Foster (2010) colocan suficiente atención en torno a las cuestiones del mantenimiento de determinados niveles de equilibrio de los procesos homeostáticos de la biósfera. Señalan que, durante la instauración de la racionalidad económica capitalista, de la época de la industrialización en Inglaterra hasta ahora, ya se han rebasado ciertos límites ambientales, los cuales se mantuvieron casi inamovibles desde la era del Holoceno. Umbrales que son primordiales para mantener los niveles adecuados de resiliencia entre la especie humana y el planeta.

Destacan los siguientes nueve umbrales planetarios: (1) cambio climático; (2) acidificación de los océanos; (3) agotamiento del ozono de la estratósfera; (4) el límite de la circulación biogeoquímica (el ciclo del nitrógeno y los ciclos del fósforo); (5) la utilización de agua dulce global; (6) cambio en la utilización del suelo; (7) pérdida de biodiversidad; (8) carga atmosférica con aerosoles; y (9) contaminación química. Los límites sustentables en tres de esos sistemas –cambio climático, biodiversidad, y la interferencia humana en el ciclo del nitrógeno– ya se han cruzado.

El rebase de los límites ambientales arriba mencionados nos informa de la actual inviabilidad ecológica de la racionalidad económica capitalista, y de su andamiaje teórico en la economía neoclásica. Ante el proceso de degradación y destrucción ambiental surge la necesidad de examinar críticamente la aportación de las ciencias sociales, así como su posición frente a esta problemática socioambiental con raíces en el sistema de mercados.

Cuestionar la pertinencia de la lógica del crecimiento económico como modelo de organización social que se ha impuesto desde el capitalismo es ampliamente relevante. En la siguiente subsección se desarrollan dos enfoques contrastantes

Tabla 2.1. Evidencias del proceso de deterioro del medio ambiente	
EVIDENCIA	IMPLICACIÓN
El remanente del hielo ártico durante el verano en el 2007 se redujo en un 40% con respecto a finales de la década de 1970.	Aumentando el calentamiento global.
Desintegración de las capas de hielo de Groenlandia y la Antártida	Aumentos en los niveles de los océanos. Riesgo para más de 400 millones de personas que viven dentro de los cinco metros sobre el nivel del mar, y más de mil millones dentro de los veinticinco metros.
Un 90% de los glaciares de montaña a nivel mundial ya se encuentran en franco repliegue.	Su reducción ocasionará inundaciones y agudizará la escasez de agua.
Devastadoras sequías que se expandirán a un 70% de las tierras dentro de las próximas décadas. Proceso evidente en el norte de India, noreste de África y Australia	Serios problemas para la producción de alimentos y problemas de hambrunas.
Repercusiones en los procesos fotosintéticos de cultivos a partir de los mayores niveles de CO ₂ en la atmósfera.	Ya se han constatado pérdidas en campos de arroz en el Sureste Asiático.
Cambios rápidos en el clima de ciertas regiones	Extinción de especies que no pueden migrar o adaptarse, conduciendo a un colapso
Acidificación del océano producto de un aumento en la absorción de carbono. Estudios sugieren esta acidificación puede, eventualmente, reducir la eficiencia del océano en la absorción de carbono. Esto significa una potencial y más veloz acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera	Amenaza con el colapso de ecosistemas marinos. Aceleración del calentamiento global.
Más de 17,000 especies de animales y plantas están en riesgo de extinción. Más de uno de cada cinco de todos los mamíferos conocidos, más de la cuarta parte de los reptiles y el 70% de las plantas están en riesgo.	Los ecosistemas que dependen de una multitud de especies para funcionar comienzan a degradarse.
Contaminación de todos los seres humanos con una variedad de químicos. Recientes exámenes sobre 20 médicos y enfermeras encontraron que cada participante tenía al menos 24 químicos individuales en su cuerpo, y dos participantes tenían un máximo de 39 químicos. Todos tenían bisfenol A y algunas formas de ftalato, PBDE y PFC.	Riesgos elevados para la salud de los miembros de las sociedades.
Fuente: Tomado de Barkin, Fuente y Tagle (2011:8)	

que plantean rutas divergentes para atender problemáticas que tienen relación con el componente ambiental.

La economía circular

La Economía Circular (EC) es un enfoque que se ha puesto de moda en la década del 2010, siendo la Fundación Ellen MacCarthur la responsable de proyectarla en el Foro de Davos de 2012, y que bajo el contexto de los ODS ha encontrado una excelente plataforma de posicionamiento en las políticas públicas a nivel internacional. En América Latina, por ejemplo, los gobiernos de la región han ido armonizando sus políticas con la EC (Schröder, Albaladejo, Alonso, MacEwen y Tilkanen, 2020).

Existen múltiples definiciones de EC; sin embargo, la preponderante es la que surgió desde la propia fundación Ellen MacCarthur, la cual, apuesta por una reconceptualización del modelo económico dominante reconociendo la capacidad física finita del planeta, pero sin perder el principio de la acumulación de capital. La EC viene a ser un derivado de la Economía Verde que plantea cambiar la Economía Lineal de los últimos 200 años basados en el modelo “producción-consumo” a un modelo “reconstituyente y regenerativo” considerando ciclos biológicos y técnicos (González y Vargas, 2017). No obstante, contrasta al proponerse como un cambio de paradigma en la forma de organización del uso y consumo de los recursos sin abandonar la lógica capitalista.

La EC es propuesta desde la fundación Ellen MacCarthur como alternativa al modelo lineal para reconfigurar el proceso producir-consumir-tirar por el ciclo producir-consumir-reintegrar (Carrillo, 2014), o bien, tal como lo señala Stahel (2016), la EC sencillamente es aquella que administra adecuadamente las existencias y mantiene su valor, esto como respuesta ante las múltiples definiciones que se han lanzado de la EC en la última década (tabla 2.2).

Como se puede apreciar en la figura 2.1, la EC consiste en una reconversión integral del sistema económico capitalista dando espacio al desarrollo de nuevos nichos de mercado para emprendedores. Busca, como palanca, la participación de los actores gubernamentales y privados para su desarrollo, siendo éstos los que promuevan los cambios generales de comportamiento de los consumidores (González y Vargas, 2017). El punto medular es normalizar una cultura de producción e inversión que tenga como centro de articulación el reciclaje y la recuperación de subproductos de los procesos industriales para su aprovechamiento y residuo cero (Carrillo, 2014).

Tabla 2.2. La Economía Circular	
Fundación Ellen MacArthur (2014)	La economía circular es una alternativa atractiva que busca redefinir qué es el crecimiento, con énfasis en los beneficios para toda la sociedad. Esto implica disociar la actividad económica del consumo de recursos finitos y eliminar los residuos del sistema desde el diseño. Respaldada por una transición a fuentes renovables de energía, el modelo circular crea capital económico, natural y social y se basa en tres principios: <ol style="list-style-type: none"> 1. Eliminar residuos y contaminación desde el diseño 2. Mantener productos y materiales en uso 3. Regenerar sistemas naturales
González y Vargas (2017)	La EC viene a representar el cambio de paradigma en la forma de organización del uso y consumo de los recursos manteniendo la lógica capitalista. Es un derivado de la Economía Verde que plantea cambiar la Economía Lineal de los últimos 200 años basados en el modelo “producción-consumo” a un modelo “reconstituyente y regenerativo” considerando ciclos biológicos y técnicos
Carrillo y Ponce (2019:15)	La EC propone la reducción en el uso de los recursos naturales, por medio de la utilización de los recursos que se generan en los procesos de fabricación con el fin de alcanzar la meta de residuos cero
Martínez y Porcellí (2018:306)	La EC es una alternativa fiable y plausible para desarrollar un nuevo modelo que permite propiciar una cultura sustentable y respetuosa del ambiente y su recepción en las diferentes legislaciones y en la normativa voluntaria en lo que concierne a la legislación de los recursos naturales al incremento de la eficiencia energética, a la reducción de las emisiones de gas carbono, al desarrollo de productos y servicios verdes, a la gestión de desperdicios y a la utilización de tecnologías altamente limpias.
Fuente: Elaboración propia	

La dirección deseada por la EC es expandir la vida útil del producto, producir con ciclos largos de vida y centrarse en una economía más de servicios que de productos (Kowszyk y Maher, 2019). Es decir, plantear un flujo cíclico constituido por los siguientes campos de acción orientados a la eficiencia de la materia y la energía:

Extraer: En el marco de la EC, el término “extraer” se refiere a la forma en que las industrias toman recursos del entorno, por tanto, las empresas deben intentar hacer un uso más eficaz y responsable de los recursos biológicos y técnicos. Esto implica que las empresas pueden seleccionar los proveedores y los materiales que utilizan, de acuerdo con criterios medioambientales que disminuyan su impacto en la naturaleza.

Transformar: Tan pronto se obtienen los recursos, se debe procurar el desarrollo de las mejores prácticas tecnológicas e innovaciones ecológicas (eco-innovaciones) para que tanto el producto o servicio como su proceso se realicen de la manera más sostenible posible.

Figura 2.1. Economía Circular

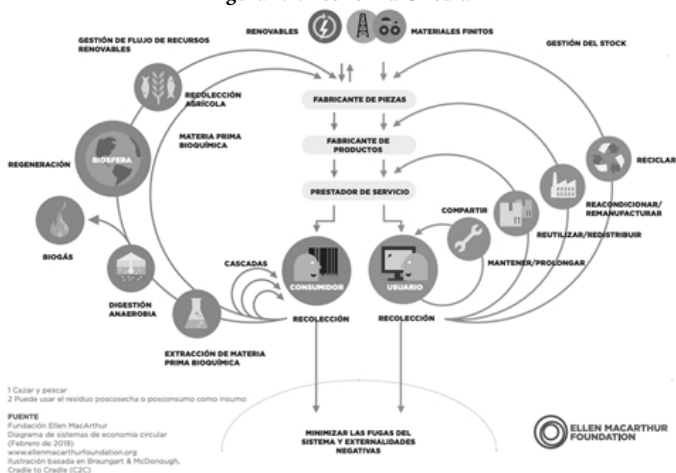


Figura 2.1. Economía Circular

Distribuir: Esta fase tiene que ver con la forma en la que el producto o servicio se entrega al cliente. Las empresas deben garantizar la trazabilidad de sus productos y de manera eficiente reducir el impacto ambiental, tanto en rutas, como embalajes, como, a través de distintas prácticas, como la logística inversa.

Usar: En cuanto el producto está a disposición de los consumidores u otras empresas, la EC propone reducir el impacto de la energía asociada al uso del producto o la eficiencia del propio producto. La eficiencia del producto o servicio puede ser mejorada a través de la reutilización como producto de segunda mano o la reparación. Por tanto, las organizaciones deberían innovar en modelos de negocio, especialmente en dos vías; la primera, puede ser permitiendo a los clientes devolver el producto después de su uso, para así extender su ciclo de vida a través de servicios de post-venta o mantenimiento. La segunda, puede ser promoviendo el modelo de “Sistema de servicio del producto”, que significa ofrecer el uso de los bienes tangibles a través de servicios, de tal manera que la propiedad y gestión del bien la mantiene el productor o distribuidor del servicio. En este campo de acción la innovación en el modelo de negocio debe estar correctamente alineada con los canales de distribución y comunicación con el cliente para que la generación de valor sea óptima y se cierre el ciclo de materiales y energía.

Recuperar: Por último, en la EC, los residuos pueden ser recuperados de dos maneras: como un recurso biológico que puede ser devuelto a la biosfera o como un recurso técnico que puede ser reincorporado a un proceso industrial (Prieto, Jaca y Ormazabal 2017:89).

El desarrollo y madurez de la EC depende de múltiples factores internos y externos, factores que también tienen que ir acoplándose a las nuevas dinámicas ambientales que se demandan desde lo local y hasta lo internacional. Pero en esencia la EC depende de la flexibilidad de la estructura del mercado ante el escenario de crisis ambiental y responsabilidad de éste; del desarrollo institucional de cada país; de los apoyos y subsidios del gobierno a los particulares y gradualmente del cambio en el comportamiento de los actores independientemente del nivel de acción que tengan (Carrillo y Ponce, 2019; Martínez, Henríquez, Freire y Rodríguez, 2019; Prieto, Jaca y Ormazabal, 2017).

Actualmente, las tres grandes áreas de desarrollo de la EC en América Latina son: 1) el sector minero y extractivo; 2) la gestión de residuos y el reciclaje; y, 3) la bioeconomía. En el caso de la gestión de residuos y reciclaje, el objetivo de la EC es reducir el volumen que termina en rellenos sanitarios, o bien, que termina siendo incinerada; no obstante, el financiamiento para esta área es muy limitado, generando pautas muy lentas para su desarrollo, se suma además la incredulidad que aún tiene el sector privado para generar valor a partir de los residuos (Schröder, Albaladejo, Alonso, MacEwen y Tilkkanen, 2020). En este sentido, es que se han buscado estrategias, desde la sincronización de las políticas públicas, para impulsar el desarrollo de la EC en América Latina a través de:

- Hojas de ruta y estrategias nacionales de EC
- Políticas de manejo de residuos
- Responsabilidad extendida del productor
- Eficiencia de los recursos materiales y objetivos de reciclaje
- Políticas fiscales
- Políticas de productos (diseño ecológico, prohibición de productos no reutilizables y extensión de la vida útil de los productos) (Schröder, Albaladejo, Alonso, MacEwen y Tilkkanen, 2020:23-25).

En el caso mexicano la influencia de la EC ya es evidente y se encuentra plasmada en la Visión Basura Cero de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT, 2019). Dentro de este instrumento, se reconocen los escasos alcances que han tenido las dos principales leyes en materia de RSU (Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos) y la necesidad de hacer cambios profundos acordes con la EC, el cual busca “transformar el esquema tradicional del manejo de los residuos en un modelo de economía circular, para el aprovechamiento racional de los recursos naturales y favorecer el desarrollo sostenible en el país (SEMARNAT, 2019:5).”

Para tal cambio se proponen diez líneas de acción basadas en un modelo de negocio que armonicen lo económico y lo ambiental en el campo de la gestión integral de los residuos (SEMARNAT, 2019, 2020):

1. Fortalecimiento del marco normativo
2. Establecimiento de plataforma técnica financiera
3. Instalación de organismos operadores públicos descentralizados
4. Separación desde la fuente
5. Alternativas de tratamiento, valoración, recuperación, reciclaje y disposición final
6. Infraestructura eficiente para servicios de aseo público
7. Sensibilización de una Cultura Basura Cero y Economía Circular
8. Comercio de productos de vida corta-impacto largo
9. Cierre de tiraderos a cielo abierto
10. Sistemas de gestión integral y transparencia (SEMARNAT, 2019).

En un caso práctico de EC la CDMX adoptó en 2020 el programa “Basura Cero y Economía Circular,” con el cual se pretende aumentar el porcentaje del aprovechamiento de residuos en 160%; para este proyecto se ha planteado una inversión inicial de 300 millones de pesos, y 750 millones de pesos de forma anual a partir del segundo año, con lo que se espera ahorrar para el 2024 un poco más de 8 mil millones de pesos (SEDEMA, 2020). Sus principales líneas de acción son: a) reducir el volumen de residuos; b) manejo adecuado de los residuos; c) aprovechamiento; d) impulso al empleo; e) cultura ambiental; y, f) cambio climático.

Finalmente, los promotores de la EC pretenden responder a una exigencia ética socio-ambiental internacional sin renunciar, de acuerdo con ellos, a la rentabilidad económica. Plantea el reto de mantener el principio del crecimiento económico ilimitado, ampliamente cuestionado por otros enfoques, como la EE (Aguilera, 2016), al ser vista como un eslogan político más que intentará eludir el carácter entrópico de la economía (Martínez-Alier, 2015). A todo esto, se suma la contradicción de este enfoque de mercado que depende de la subvención para desarrollarse y del cuestionamiento público de su lógica mercantilizadora respecto a los residuos (Rosas y Gámez, 2019).

La economía ecológica

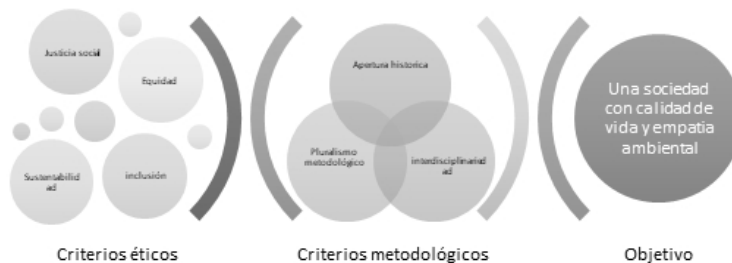
Enfoque de recién incorporación en el campo de la economía, la EE¹ moderna surge a finales de los años ochenta, el paso formal institucional se dio a través de la creación de la Sociedad Internacional de Economía Ecológica en 1989. La congregación de sociólogos, biólogos, físicos, economistas, entre otros, fue amalgamando y nutriendo un enfoque con intenciones interdisciplinarios, aunque actualmente se ha estancado en lo multidisciplinar. La EE sin dudas ha sido un campo fértil para todos aquellos pensadores críticos de la economía de mercado capitalista; no obstante, también ha sido vulnerada por el colonialismo de mercado (Spash, 2012). La preponderancia de los problemas entre economía y ambiente ha servido para desarrollar este campo del pensamiento heterodoxo académicamente argumentado respecto a la relación negativa entre el crecimiento económico con el componente ambiental (Aguilera, 2016).

Hay antecedentes que colocan los orígenes de la EE desde el siglo XIX (Martínez Alier y Schlüpmann, 1991), siendo hasta finales de los años ochenta del siglo XX que este campo del conocimiento se institucionaliza y toma carácter propio a raíz de sus acuñaciones metodológicas: interdisciplinariedad, apertura histórica y pluralismo metodológico (Burkett, 2006). Si bien estos rasgos son clave para diferenciarla de su contraparte académica, la cual se mantiene en el reduccionismo metodológico con análisis monocriteriales, el verdadero hecho que marca la divergencia entre ambos enfoques es el objetivo que persiguen (Barkin, Fuente y Tagle 2012; Burkett 2006; Fuente 2008; Leff 2004, Tagle 2011). Mientras la economía ambiental (neoclásica) se mantiene por una eficiencia óptima de recursos guiada por la maximización de las ganancias (es decir, acumulación de capital); la EE plantea el problema de la distribución como el inconveniente de fondo a tratar para generar procesos de calidad de vida con empatía ambiental (Barkin, 2008 y 2017; Martínez Alier, 2004).

Su carácter ético (figura 2.2) se antepone a la motivación individual, promoviendo una apuesta metodológica orientada a la justicia social, equidad inter e intrageneracional, la sustentabilidad e inclusión: sus motivaciones en la construcción de alternativas se guían por empatía socio-ambiental, y no por acumulación de capital (Tagle, 2011).

1 Existe una gran cantidad de referencias dentro del campo de la Economía Ecológica. Se pueden explorar para incorporarse en el tema textos como los de Aguilera y Alcántara (1994), Barkin (2008), Daly y Farley (2004), Erickson (2000), Fuente (2008), Martínez Alier (2004), Martínez Alier y Roca (2003), Ropke (2005), hasta textos de análisis del mismo campo como son: Barkin, Fuente y Tagle (2012), Burkett (2006), Spash (2012).

Figura 2.2. Objetivo de la EE



Fuente: Elaboración propia basada en Barkin (2008), Burkett (2006) y Tagle (2011)

Dentro de este campo del conocimiento existe una rica gama de categorías analíticas que sirven de referente para analizar la relación economía-medio ambiente, pero también para evaluar el desarrollo de alternativas desde este enfoque. Entropía (Georgescu-Roegen, 1971 y 1989); (in)sustentabilidad (Martínez Alier, 2004); metabolismo social (Martínez Alier, 2004; Toledo 2008); resiliencia (Hollings, 1973); ciencia posnormal (Funtowicz y Ravetz, 1994, 2000); diálogo de saberes (Leff, 2004); lenguajes de valoración (Martínez Alier, 2004); justicia social (Barkin, 2008); principio precautorio (Riechmann y Tickner, 2002); análisis multicriterial (Munda, 2008)². Todo un conjunto de categorías amalgamadas por la EE para empujar hacia una reconfiguración de la relación economía-sociedad-ambiente, esto en términos de garantizar satisfactores para las necesidades delineadas por los derechos humanos.

Empleando los distintos lenguajes de valoración, la EE busca transitar de una economía disociada a una economía integrada (Aguilera, 2016); de la crematística a la oikonomía (Martínez Alier, 2004); de la racionalidad económica a la racionalidad ambiental (Leff, 2010); de los valores de cambio a los valores de uso (Harvey, 2012); de la sociedad de mercado a la sociedad con mercado (Polanyi [1944] (2003); Varoufakis 2015) (ver tabla 2.3).

Es así como se perfilan los lineamientos para generar desarrollo a este marco de análisis, dándose el abordaje desde la complejidad actual que enmarca a las diversas sociedades con sus múltiples realidades.

A continuación, se desarrollan tres ejes que resultan imprescindibles en la formulación del planteamiento de la EE, proporcionando aquellos criterios básicos que alimentan el carácter epistemológico de este enfoque: a) variedades de EE; b)

² Para una breve revisión de estas categorías se pueden revisar Barkin (2017), Fuente (2008), y Tagle, Caldera y Rodríguez (2017).

Tabla 2.3. Economía disociada vs. Economía integrada	
Economía disociada	Economía integrada
Economía como crecimiento del PIB	Ética, sentimientos, valores
Economía (separada del medio ambiente-solo como insumo)	Naturaleza
Agente racional (consumidor-empresario-trabajador)	Ser humano
Mercado (libre y autorregulado)	Reglas del juego, marco institucional, poder
“Nosotros” (no hay interdependencias causales entre países)	“Ellos”
Economía como sistema cerrado	Economía como sistema abierto
Fuente: Aguilera (2016: 15)	

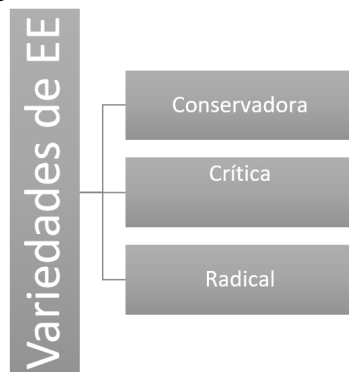
principios éticos; y, c) principios metodológicos. Se desarrolla brevemente cada una de estas líneas a fin de valorar la trascendencia de este enfoque frente al del crecimiento económico ilimitado.

Variedades de Economía Ecológica

Fuente (2008), primeramente, Barkin, Fuente y Tagle (2012), posteriormente, abordan la imposibilidad de tomar el enfoque de la EE como algo homogéneo. La EE de occidente no es la misma EE que se desarrolla en la India, por ejemplo, o de esta última con la EE elaborada en Mesoamérica, Sudamérica o bien la América Andina. Se reconoce una variedad de enfoques de EE. No obstante, la tarea no es tipificar esas variedades regionales, sino tipificarlas de acuerdo con una serie de criterios que constituya la base analítica con la que se pueda evaluar y valorar la EE. Por lo tanto, el esfuerzo, correspondió en identificar esos criterios sueltos pero presentes en el lenguaje y metodologías de los practicantes de EE. Finalmente surgieron como síntesis dos líneas de criterios como parte del cuerpo de la EE: los principios éticos y los principios metodológicos (Burkett, 2006; Barkin, 2008); los cuales actualmente sirven como referente para evaluar la práctica de este campo, independientemente de la cuestión regional. Esto da pauta para definir si se aporta al enfoque de EE, o bien, se cae en el colonialismo de los valores de cambio de la economía neoclásica (ver figura 2.3).

Dentro de las variedades reconocidas por la EE (figura 2.3,) se encuentran la conservadora, la crítica y la radical. Sin embargo, como veremos más adelante, y gracias al atributo de la apertura histórica, estas variedades

Figura 2.3. Variedades de Economía Ecológica



Fuente: Elaboración propia

pueden cambiar o desaparecer de acuerdo con la evolución del pensamiento.

La EE conservadora se limita a cuestionar la ausencia del reconocimiento de la economía como un sistema abierto, en vez del cerrado que formula la economía ortodoxa. Esta variedad no cuestiona al capitalismo como raíz de los problemas sociales y ambientales. La segunda variedad, crítica, cuestiona los problemas de distribución de los impactos ambientales del sistema económico, es una variedad mucho más social destacando la deuda del norte con respecto al sur, en términos de recursos naturales, y de los conflictos ecológico-distributivos cuyo origen es la abusiva apropiación de los recursos naturales del sur por parte del norte (gobier-no-empresas). Al igual que la primera variedad, tampoco reconoce al capitalismo como fuente de la crisis. Finalmente, la versión radical es la única que cuestiona de fondo al capitalismo en la crisis planetaria. Esta variedad se apoya en el marxismo (ecológico) para analizar la relación negativa capital-medio ambiente, asociando categorías como plusvalía, medios de producción, metabolismo social, entre otros.

Principios éticos

Estos principios éticos de la EE definidos en B arkin (2008), r epresentan l a discusión del nuevo pacto social al cual debe encaminarse la reorganización social una vez que se ha reconocido la crisis ambiental y la imposibilidad de superarla en el capitalismo. Si bien las categorías de equidad, justicia social y gestión sustentable

son ampliamente discutidas en Barkin (2008), no sucede lo mismo con la cuestión del respeto y la inclusión, esto en términos de analizarlas en contextos de profunda desigualdad socioeconómica, deterioro ambiental, segregación y racismo.

Estas categorías (figura 2.4) requieren de una amplia discusión al interior de los principales representantes de la EE, aterrizado desde la perspectiva del reconocimiento de los diferentes contextos sociopolíticos, económicos, ambientales y culturales. Dando la pauta a una síntesis que marque la guía a seguir por parte de sus practicantes.

Principios metodológicos

Los principios metodológicos, ampliamente discutidos en Burkett (2006) y Barkin (2008) dan el abordaje metodológico para analizar, comprender y proponer planteamientos para el cumplimiento de principios éticos de este enfoque (figura 2.5).

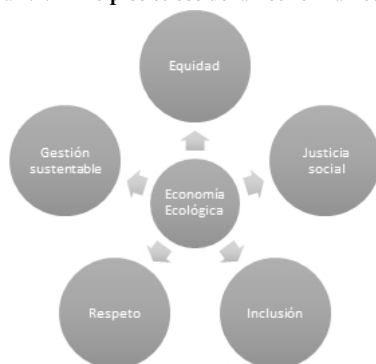
Resalta el hecho de que el andamiaje neoclásico puede ser considerado dentro de los aspectos metodológicos de la EE, siempre que esta aportación esté marcada por los cinco principios éticos y no por los fines optimizadores, como sucede en la teoría neoclásica. En la propuesta metodológica de la EE no existe un colonialismo epistemológico, sino un proceso de inclusión metodológica siempre que abone a la parte ética de la EE.

La figura 2.6 sintetiza cómo se define el enfoque de la EE. Un cuerpo metodológico que culmina con el cumplimiento de los principios éticos. La metodología siempre determinada por el eje ético. Un conocimiento con conciencia y responsabilidad social y ambiental, determinando con ello lo que es y no EE.

La EE y su postura frente al crecimiento económico ilimitado

La presente sección tiene como finalidad aterrizar el lenguaje de la EE para analizar el enfoque del crecimiento económico ilimitado. Se resalta el interdiálogo entre enfoques para cuestionar de raíz la imposibilidad de la postura del crecimiento. Para esto se recurre a dos categorías, la entropía y el mercado autorregulado. La primera estructura la imposibilidad del sistema basado en el crecimiento económico ilimitado, explícitamente desde el campo de la física. El segundo plantea, desde las ciencias sociales, la imposibilidad de concretar la sociedad de mercado, lo que anula la posibilidad

Figura 2.4. Principios éticos de la Economía Ecológica



Fuente: Elaboración propia

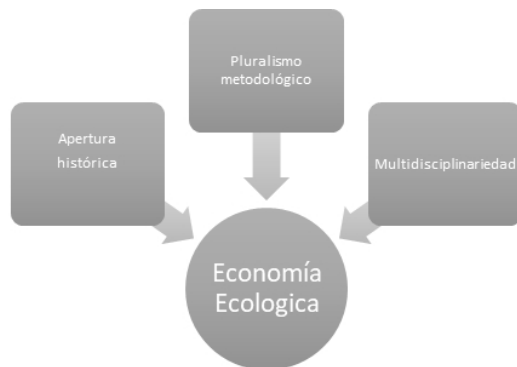
de continuar en un sendero indefinido de crecimiento. A continuación se detallan los argumentos desde la práctica de la EE.

La economía encerrada en la paradoja termodinámica

Para analizar la pertinencia de la lógica del crecimiento económico, promovido desde las instituciones capitalistas, es necesario abordar la relación economía-energía. Martínez-Alier y Schlüpmann (1991) identifican, a través de un recorrido histórico, a los pioneros del estudio de la relación entre economía y energía. Dichos pioneros datan del siglo XIX y principios del XX, ubicándose en las ciencias duras y marcando una postura aún interdisciplinaria frente la departamentalización en las universidades que ya iniciaba a finales del siglo XIX. Estos científicos dan una muestra homologada respecto a una marcada relación negativa entre economía y energía. En seguida se enlistan algunos de los antecesores de lo que para Martínez Alier representa el origen de la escuela de la economía ecológica.

- Sergei Podolinsky: análisis de la contabilidad energética.
- Rodolf Clausius: estudios sobre las reservas energéticas y su aprovechamiento para el beneficio del hombre.
- Patrick Geddes: los principios del uso de la energía por plantas y animales; así como estudios urbanísticos.
- Pfaundler: estudios realistas de la capacidad sustentadora de la tierra.
- Frederick Soddy: el uso vital y el uso laboral de la energía.

Figura 2.5. Principios metodológicos



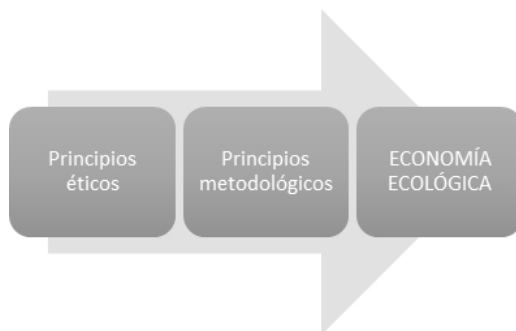
Fuente: Elaboración propia

El antecedente contemporáneo en este tipo de análisis, economía-energía, lo encabeza Georgescu-Roegen (1971). Su libro *“The Entropy Law and the Economic Process”* representa un parteaguas en la forma de mirar las implicaciones ambientales del proceso económico, el análisis entrópico de la economía identifica el componente negativo de mantener la lógica institucional del crecimiento económico.

Georgescu-Roegen (1971) realiza probablemente la mayor crítica de fondo a la teoría económica moderna. Basada en las leyes de la termodinámica, invalida el flujo circular de la renta que presenta la economía neoclásica. Cuestiona el sistema económico como sistema cerrado a la entrada y salida de energía. A la luz de la primera ley de la termodinámica se pregunta ¿qué es lo que hace el proceso económico? Roegen, establece, en este sentido que, el proceso económico es receptora de recursos naturales valiosos, que al final del proceso son despedidos como desperdicios sin valor, lo que representa una diferencia cualitativa y no cuantitativa.

La energía se presenta en dos estados cualitativos, en los cuales el sistema económico capitalista se ve como catalizador: energía disponible o libre, sobre la que el hombre ejerce un dominio casi completo; y, energía confinada o no disponible, que el hombre jamás podrá usar (Georgescu, 1989). La entropía se define entonces como una medida de desorden, por lo que, la economía utiliza recursos con baja entropía y despidе desechos con alta entropía, de tal manera que se tiene un proceso económico que tiene una evolución unidireccional irrevocable desechando la idea de un proceso económico circular y aislado.

Figura 2.6. Enfoque de Economía Ecológica



Fuente: Elaboración propia

La afirmación de que un proceso económico solo transforma recursos naturales útiles (baja entropía) en desperdicios (alta entropía), se halla justificada. Sin embargo, resta descifrar el misterio del por qué este proceso deba proseguir. Éste seguirá siendo un enigma mientras no se reconozca que el producto verdadero del proceso económico no es un flujo material de desperdicios, sino un flujo inmaterial: el disfrute de la vida. Si no admitimos la existencia de este flujo, no nos encontramos en el campo de la economía (Georgescu 1989: 66).

La entropía, como un indicador de desorden, se vincula con la desigualdad intergeneracional que se da en una economía de mercado. Los agentes de mercado, como señala Georgescu (1989), tienen una adicción a los instrumentos exosomáticos (instrumentos construidos por el hombre) como parte del disfrute de su vida; no obstante, el uso (sobre uso) de energía de baja entropía por parte de las generaciones actuales conduce a que las futuras generaciones dispongan de un menor acervo de esta energía, es decir, se está comprometiendo la capacidad de cubrir las necesidades de las generaciones futuras y además se está dejando como herencia un sistema altamente entrópico que se traduce en un mundo inútil para las posteriores generaciones, lo que indudablemente se traduce en mayor escasez.

El análisis termodinámico enfatiza que el proceso económico conduce a procesos irreversibles en el sistema natural debido a la evolución unidireccional que implica el uso de energía. Por tanto, lo que nos dice la entropía, es que sí pretendemos ser igualitarios con las próximas generaciones se debe evitar el agotamiento innecesario³ de cualquier recurso natural, así como, el deterioro del ambiente, lo

3 Georgescu (1989) comenta no conocer el significado de “innecesario” para este contexto.

cual está ampliamente imposibilitado en la estructura expansionista del crecimiento económico que motiva el capitalismo.

Hasta aquí, es contundente el punto de vista de la física respecto al proceso económico, y como la ausencia de un diálogo interdisciplinar fomenta dinámicas negativas que se convierten en dogmas para las políticas públicas, tal como lo es el crecimiento económico.

La utopía de la sociedad de mercado

Reflexionar la contribución de *La gran transformación* de Karl Polanyi (2003, [1944]) es un componente clave respecto a las contradicciones e imposibilidades de quienes miran al libre mercado como el fin último de la sociedad.

La tesis central de Polanyi consiste en que el mercado autorregulado implica una utopía total (Polanyi, 2003, [1944]). Para establecer dicha hipótesis, Polanyi aborda el concepto de *arraigo*; el cual expresa la idea de que la economía no es autónoma, como lo plantea la teoría económica neoclásica, sino que está subordinada a la política, religión y relaciones sociales. Esto es, que la economía debe ser subordinada a la sociedad, tal como lo ha mostrado el patrón histórico. Lo contrario, la existencia de una economía de mercado autorregulada requiere que el hombre y la naturaleza sean convertidos en mercancías –*mercancías ficticias*–, lo cual es un patrón antinatural y que las amenaza con su destrucción.

Para Polanyi, esta economía de libre mercado se encuentra sólo en el sentido utópico, debido a lo que él plantea como el *doble movimiento*, una sociedad que ha encontrado los medios que le han permitido protegerse de la institución de mercado, esto ante los sistemáticos intentos de desarraigo de la economía promovido por las políticas del Estado capitalista, profundizándose en la era neoliberal.

El libre mercado (autorregulado), requiere que hombre y naturaleza estén subordinados a su lógica, además de una ausencia total de la participación del gobierno; con la finalidad –según los (neo)liberales– de que el libre mercado tenga las condiciones necesarias para generar bienestar económico. Sin embargo, la pretensión de generalizar la mercantilización, incluyendo hombre y naturaleza bajo la concepción de mercancía ficticia, implica una lucha permanente de la sociedad por acceder y mantener aquellos componentes de los derechos humanos que el mercado podría amenazar ante su lógica de sistema de mercados interdependientes.

La principal aportación de Polanyi consiste en definir al mercado autorregulado como una mera utopía, en la cual no debemos seguir insistiendo; continuar con políticas económicas de libre mercado, respaldadas particularmente por el

Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial, en la que se nos asegura un mejoramiento económico para las sociedades, pero cuyos resultados en la realidad son profundización en la desigualdad social y deterioro ambiental.

Contrario al sistema de mercados, sociedad y gobierno deberían encaminarse a desechar completamente, a deconstruir, la idea del mercado como eje regulador de sociedad y ambiente, especialmente en el actual contexto de complejidad socioambiental que se vive a nivel planetario.

La conclusión que se puede tomar de Polanyi es reflexionar de cuál debe ser el papel que juegue el mecanismo de mercado en la nueva lógica de las relaciones sociales, económicas y ambientales. La pertinencia del uso del libre mercado en términos que propone el neoliberalismo económico no puede ser aceptado políticamente, si es que el objetivo de la humanidad es trascender en el tiempo.

Conclusiones

Como se pudo observar el manejo de las categorías en la EE se encuentran articuladas por su carácter ético. El uso de la entropía y los mercados autorregulados permitieron estructurar una crítica argumentada respecto a la lógica del crecimiento económico. Esta disociación marcada en el marco ortodoxo representa una cuestión ilógica que se encuentra en la lógica del sistema de mercados que desarrolla este planteamiento.

A diferencia de la EE, la EC ha tenido una amplia difusión dentro del campo de las políticas públicas. Su oferta de mercantilizar la basura en residuos se vuelve atractivo en el diseño de nuevos procesos de organización de los residuos sólidos urbanos, especialmente por la posibilidad de obtener rentas económicas de los desperdicios de los múltiples actores en las sociedades modernas. La EC como se puede observar, no busca contradecir la lógica del crecimiento económico, sino sumarse a ella aprovechando el volumen de residuos que se puedan generar e internalizar el problema desarrollando un circuito de mercados para el aprovechamiento y acumular capital, e indirectamente como pensarían los interesados en este campo, reducir el problema ambiental.

Es esencial que la estructura de pensamiento de los presentes y futuros practicantes de EE fortalezcan los principios de este enfoque, en aras de marcar realmente una influencia que trascienda, no solo de abajo hacia arriba, sino también, de arriba hacia abajo como parte de la consolidación de un verdadero cambio de pensamiento de empatía y compromiso ambiental. Pero, también es necesario que los practicantes de la EC consideren y revisen este enfoque de análisis, ya que dicha

lógica no resuelve de fondo el problema ambiental asociado con la generación de RSU, sino que la EC puede, en esencia, representar un simple paliativo ambiental para el cáncer socioambiental que padecemos actualmente por el modelo de acumulación que la EC no se atreve a cuestionar.

3. ORGANIZACIÓN Y ATENCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LEÓN: 2009-2020

Introducción

León, Guanajuato se encuentra en un esfuerzo interesante de cerrar la brecha que actualmente mantiene con respecto a la GIRS, así como con el compromiso internacional vinculado con los ODS que abarca el ámbito de los residuos municipales. Recientemente, en 2009, fue instituido el Sistema Integral de Aseo Público de León (SIAP), el cual ha traído cambios significativos que intenta avanzar bajo una modalidad mixta de gestión para los retos que impone el tercer municipio más poblado del país (INEGI, 2020). En este sentido, los principales indicadores de gestión muestran avances que requieren de atención. El comportamiento registrado de generación *per cápita*, por ejemplo, ha pasado de 1.02 kg/hab/día en 2005 a 0.68 kg/hab/día para 2020 (SIAP, 2020). Es decir, se presenta un comportamiento a la baja en la generación *per cápita* a pesar del crecimiento poblacional y económico que sigue presentando el municipio.

Este dato hace necesario realizar una revisión detallada del estado actual de la generación de RSU en el municipio de León, así como el modelo de gestión que se aplica a través de sus distintos servicios de la paramunicipal para comprender la lógica del viraje positivo que el sistema de aseo público de la ciudad ha conseguido para atender el tema de la gestión de los RSU de León.

En este capítulo, por lo tanto, aborda los distintos procesos que abarca el servicio de aseo público implementado por el SIAP para León en la década del 2010.

Se considera el objetivo y metas que tiene el SIAP, así como la organización de la gama de servicios con los que intenta plantear un proyecto integral que ofrezca una imagen de una ciudad limpia, pero que también muestra las complejidades y asignaturas pendientes que aún presenta.

Descripción de la zona de estudio: León, Guanajuato

León de los Aldama (mapa 1) es uno de los 46 municipios que conforman el Estado de Guanajuato en México. Cuenta con una extensión territorial de 1,283.88 km², de los cuales el 16.89% corresponden a la superficie que ocupa la mancha urbana (INEGI, 2020). Este municipio es parte de una conformación regional conocida como el Bajío Mexicano, que incluye municipios de los Estados de Querétaro, Guanajuato, Michoacán y Jalisco; además de ser uno de los municipios que integran el Corredor Industrial del Bajío, el cual recorre municipios de Guanajuato y Querétaro. Para el caso de regionalización del estado de Guanajuato, León se ubica en la Región Centro subregión 5. (mapa 3.1)

De acuerdo con el último censo de Población y Vivienda, INEGI (2020), el municipio contabilizó una población de 1,721,215 habitantes, es decir, el 27.9% del total de la población del estado de Guanajuato. La dinámica demográfica en el municipio ha mostrado un crecimiento poblacional sensible en el nuevo milenio (2000-2020) al ser de 51.5%, dicho crecimiento se concentró en el periodo 2000-2010 con 26.4 %, mientras para el periodo 2010-2020 fue de 19.8%. Respecto al dato de las viviendas, León mostró un crecimiento espectacular de 102% entre el 2000 y el 2020. Para el periodo 2010-2020 dicho crecimiento fue de 33.5%, siendo el periodo 2000-2010 explosivo en el crecimiento en lo que respecta a vivienda con 51% (tabla 3.1).

León, actualmente es el tercer municipio más poblado (INEGI, 2020), se encuentra únicamente por debajo de los municipios de Tijuana (1.9 millones de habitantes) e Iztapalapa (1.8 millones de habitantes). A nivel de zonas metropolitanas, la Zona Metropolitana de León (ZML) es la sexta más poblada del país con 1.96 millones de habitantes (IMPLAN, 2019).

Tomando datos del IMPLAN (2019), en 21 años, entre 1998 y 2019, la zona urbana de León se expandió 72.5%, es decir, el equivalente a 9 mil 662 hectáreas, pasando de 13 mil 374 hectáreas en 1998 a 23 mil 018 hectáreas en 2019, lo que ha requerido de fuertes esfuerzos institucionales para equipar y dotar a la ciudad de los diversos servicios públicos municipales que son requeridos por los leoneses.

Mapa 3.1. León, Guanajuato



Fuente: Elaboración propia

El Sistema Integral de Aseo Público de León

El Sistema de Aseo Público de León (SIAP) es un organismo público descentralizado del municipio creado en 2009 por el Ayuntamiento de León, aunque sus operaciones las inicia hasta diciembre de 2010. Fue creado para atender y garantizar un manejo integral de residuos sólidos en todo el municipio de León. Este modelo de GIRS lo comprende el SIAP como es señalado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR): elaboración de acciones normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación; todo esto enmarcado en principios de eficacia, eficiencia y calidad del servicio (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2003). Dentro de sus funciones sustantivas el SIAP señala tener las siguientes en el ámbito de la GIRS para León:

- Prestar el servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos;
- Aplicar y vigilar el cumplimiento de los reglamentos, normas, criterios y programas en materia de limpia, recolección, traslado, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos;
- Comercializar y fomentar el aprovechamiento de los residuos reciclables a través de su valorización;

Tabla 3.1. Dinámica poblacional del municipio de León, Guanajuato		
Año	Población	Viviendas
2000	1,135,798	217,874
2005	1,294,127	268,717
2010	1,436,480	329,952
2015	1,578,626	386,977
2020	1,721,215	440,662
Fuente: INEGI (2020)		

- Definir el Modelo Conceptual para la Gestión Integral de Residuos;
- Formular los Programas Municipales para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, impulsando la conciencia y participación en la reducción, reutilización y reciclado de residuos;
- Promover mediante el principio de responsabilidad compartida, la participación de los sectores productivos y de la sociedad en la prevención de generación de residuos;
- Celebrar convenios, contratos, acuerdos y demás actos jurídicos que se consideren necesarios para el logro de objetivos del SIAP-LEÓN;
- Informar a las Comisiones que lo requieran y al H. Ayuntamiento sobre las acciones, metas y objetivos alcanzados en el marco de dichos instrumentos jurídicos;
- Llevar a cabo los procesos de licitación que resulten necesarios para el cumplimiento de su objeto.
- Capacitar y profesionalizar al personal del Sistema que interviene en la prestación del servicio público de limpia, recolección, traslado, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de residuos;
- Proponer las tarifas aplicables al pago de derechos por los conceptos establecidos en Ley de Ingresos y Disposiciones Administrativas;
- Promover la concientización de la sociedad y sectores económicos en materia de prevención y gestión integral de los residuos;
- Realizar los estudios necesarios para la contratación de proyectos, servicios y obra, que se requieran para el cumplimiento de su objeto;
- Coadyuvar en el control y disposición ante la autoridad competente de los residuos peligrosos, así como imponer las sanciones que procedan, de conformidad con lo establecido en los convenios con las autoridades federales y estatales, y la normatividad aplicable en la materia;

- Comunicar a la ciudadanía las medidas operativas, disposiciones normativas, programas y eventos relacionados con el quehacer del SIAP;
- Facilitar la información y documentación necesaria para fomentar la transparencia;
- Rendir cuentas a la ciudadanía del trabajo que se realiza, así como de los recursos que se emplean; y,
- Las demás que sean necesarias para el cumplimiento de sus fines (SIAP, 2018:2-3).

El SIAP se rige por un Consejo Directivo que es el Órgano de Gobierno encargado de dirigir, planear y evaluar la administración del SIAP-León (imagen 3.1). Dicho consejo está constituido por un presidente, un secretario, un tesorero y vocales. Hay dos representantes del Ayuntamiento, dos de organismos civiles, tres representantes del consejo coordinador empresarial, un representante del Instituto de Ecología del Estado, tres representantes de instituciones de educación superior y el director general del SIAP. Este consejo no considera la participación del ciudadano común que no esté adscrito a alguna institución como la señalada arriba. En 2019 se había considerado la participación de los jóvenes a través de dar una silla dentro en el Consejo Ciudadano. La propuesta consideraba la participación con voz, pero sin voto; no obstante, dicha participación no se ha concretado.

En las actividades sustantivas (imagen 3.2), el SIAP atiende los componentes de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de residuos (SIAP, 2020). En materia de servicios ofrece la recolección domiciliaria, el servicio comercial, barrido, limpieza, escombrera, servicio exprés, descacharrización, retiro de producto verde, recolección de pilas y la separación diferenciada.

Dentro de las metas pretendidas por el SIAP (tabla 3.2), se encuentra atender la reducción de los RSU que se recolectan en la mancha urbana de León, y que son depositados en el SDF *El Verde*; alcanzar un día a la semana de recolección diferenciada; aumentar al máximo la reutilización y el reciclado de los RSU; ampliar la cobertura de los servicios de recolección relacionados por el manejo de los RSU; cerrar y cancelar el primer SDF de la ciudad *La Reserva* (antiguo tiradero de RSU del municipio), aumentar la cobertura de papeleras, incrementar el número de kilómetros de barrido de vías principales; lograr la sustentabilidad financiera; contar con infraestructura necesaria para atender la GIRS; y, sensibilizar a la ciudadanía en materia de educación ambiental.

Imagen 3.1. Organigrama del Sistema Integral de Aseo Público de León



Fuente: Sitio web SIAP-León. <https://www.aseopublicoleon.gob.mx/organigrama>

Estructura de los servicios del SIAP

Esta subsección está dedicada a detallar algunos de los servicios que proporciona el SIAP en León, aunque se menciona el servicio de recolección y traslado éste será abordado con detalle en el siguiente capítulo.

El modelo de gestión del SIAP para atender el ámbito del aseo público en el municipio de León se caracteriza por la mayoritaria participación del sector privado en las diversas funciones del organismo, ya sea mediante contratos o concesiones, esto aprovechando la naturaleza del Artículo 10 de la LGPGIR (2003) y el Artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Mexicanos fracción III inciso c.

Si bien en 2014, el reto del cambio de modalidad de un sistema de contratos a uno concesionado en el servicio de recolección y traslado de RSU domiciliarios demostró la incapacidad del SIAP para asumir por cuenta propia la prestación, esto también se manifestó para el resto de los servicios mencionados en su menú. El mismo SIAP ha mostrado la inviabilidad financiera para adquirir la infraestructura y el personal necesario para ofrecer la totalidad del servicio por su cuenta, actualmente cerca del 95% de las funciones de la paramunicipal están asignadas a la iniciativa privada, siendo el servicio exprés y las cuadrillas de limpieza los únicos servicios ofrecidos directamente por el SIAP (Entrevista, 2019; SIAP, 2018).

En este sentido, el equipo de trabajo con el que cuenta el SIAP es limitado, siendo mayormente de propiedad de los contratistas y concesionarios; aspecto que

Imagen 3.2. Servicios proporcionados por el SIAP



Fuente: Elaboración propia

también se refleja en el caso del personal que labora formalmente bajo contrato en alguna de las áreas del sistema de aseo en León. Sólo por mencionar, en el caso de la infraestructura, el equipo con el que cuenta el SIAP, a través de sus diversos concesionarios y contratistas, es de 124 camiones, que van desde las 3.5 hasta las 8 toneladas de capacidad, representando el 47%; mientras el 53% son camiones compactadores que van de las 20 a 25 YD³ de capacidad y que son usados en el servicio de recolección y traslado del servicio domiciliario de RSU. En el caso del personal que participa de manera formal dentro del sistema (1,412 personas), se tiene que el 12% (171 empleados) tienen contrato directo con el SIAP, el 88% restante participan con algún contratista o concesionario de la siguiente manera: 37% (522 personas) atiende la recolección domiciliaria de RSU a través de concesionarios; el 29% (409 personas) está dedicada al servicio de barrido, siendo éstas dos áreas de la mayor concentración del personal; el resto, 22% (310 personas), atienden las rutas rurales y los distintos tipos de cuadrillas (Entrevista, 2019; SIAP, 2018; SIAP, 2020). Cabe señalar que no se considera el personal del relleno sanitario, El Verde, ya que éste es gestionado directamente por la Dirección General de Medio Ambiente de León.

A continuación, se abordan brevemente los servicios de barrido, rutas rurales, cuadrillas de limpieza, cuadrillas de mantenimiento, cuadrillas especiales, servicio exprés y rutas comerciales. En los capítulos posteriores se aborda el tema del servicio de recolección domiciliaria de RSU y traslado, así como lo referente al relleno

Tabla 3.2. Metas del SIAP en el mediano plazo

Sociales	<ul style="list-style-type: none"> a) Atender y mejorar el servicio de limpia, recolección, traslado, tratamiento, disposición final y aprovechamiento de RSU; b) Fomentar la gestión de los residuos reutilizables del municipio de León; c) Impulsar la cultura en materia de RSU para lograr la participación ciudadana responsable, que incida en la disminución, separación y aprovechamiento de estos; d) Fomentar el mantener la ciudad limpia e) Realizar convenios para estudios e investigación con las universidades y centros académicos del municipio, la región y otras latitudes.
Ambientales	<ul style="list-style-type: none"> a) Disminuir la contaminación ambiental por la generación de metano, fomentando la generación de composta; b) Aumentar la vida útil del relleno sanitario; c) Realizar campañas para aprovechar determinados residuos de manejo especial en desuso (llantas, electrodomésticos, vidrio, etc.); d) Propiciar la incorporación de nuevas tecnologías; e) Cumplir con la Normatividad en materia de gestión integral de RSU.
Económicos	<ul style="list-style-type: none"> a) Obtener Ingresos propios por la comercialización de residuos valorizables; b) Aumentar los ingresos derivados de la contratación del servicio de recolección comercial; c) Reducir los costos derivados de una menor disposición final de los residuos domiciliarios.
<p>Fuente. Elaboración propia con información del SIAP (2018: 5-6)</p>	

sanitario, el cual es gestionado por la Dirección General de Medio Ambiente. En esencia, lo que se pretende es describir dichos servicios y ver la complejidad que existe alrededor de ellos; es de mencionar que no existe mucha información al respecto, salvo los informes oficiales del SIAP y en algunos estudios solicitados por dicha dependencia a consultoras privadas; por lo tanto, la información es escasa para realizar una caracterización detallada del sistema; no obstante, el trabajo de campo permitió levantar información para enriquecer este apartado.

El Sistema de Barrido

El barrido consiste en la limpieza de los principales bulevares, avenidas y calles de la ciudad de León, específicamente dentro de la mancha urbana. Dentro de las acciones se encuentra el barrido, papeleo y deshierbe de banquetas, camellones, paradas de camiones, así como la atención a lotes baldíos y abandonados. En 2019 este servicio estaba concesionado a cinco empresas distribuidas en 15 zonas de barrido como se muestra en la tabla 3.3.

En 2015 la cantidad de residuos que recolectó este servicio municipal alcanzó las 4,670 toneladas, con un promedio de 389 toneladas mensuales; mientras en 2016 el promedio fue de 360 toneladas mensuales (SIAP, 2016). De acuerdo con el SIAP (2020), el barrido contó con 409 personas en este segmento del servicio municipal, esto para atender 421 kilómetros lineales en la zona urbana. El mismo SIAP (2020) ofrece un panorama de este servicio, el cual enfrenta retos que deben ser atendidos por los particulares que colaboran con el SIAP.

- El personal de barrido realiza sus actividades, atendiendo dos turnos, el primero de 7 de la mañana a las 3 de la tarde y el segundo de 12 del día a 8 de la noche, cumpliendo también un turno extraordinario los fines de semana.
- Los empleados responsables del barrido realizan su actividad con rendimientos promedio de 1.25 km por jornada, atendiendo ambos lados de la calle. Si esto fuera cierto y que de los 372 trabajadores dediquen al barrido, la cobertura diaria de esta actividad debería ser de por lo menos 372 km diarios; sin embargo, se reportan rendimientos mucho menores de solo 346.8 km.
- Se pudo observar que laboran empleados de la 3ra edad. Otra cosa que hay que resaltar, es que a los trabajadores se les proporciona equipo de protección personal. El equipamiento con que se cuenta para realizar las actividades de limpieza, barrido y jardinería, se enlista abajo:
 - 16 camionetas tipo pick up de 3.5 toneladas de capacidad
 - 372 carritos recolectores de 200 litros de capacidad
 - Equipamiento menor como sierras, palas, carretillas, picos, etc.
- Otra importante deficiencia, es que no cuentan con el equipamiento y los implementos, para cumplir con su actividad en condiciones óptimas (escobas, recogedores, etc.). Llama la atención, la precariedad de sus implementos de trabajo, lo cual origina que los trabajadores realicen un esfuerzo mayor al cumplir con su actividad diaria.

Tabla 3.3. Empresas participantes en el sistema del barrido del SIAP		
Empresa	Zonas asignadas	Longitud de barrido (kilómetros)
Profesionales en mantenimiento y limpieza S.A. de C.V.	3	26.6
Madera y persiana S.A. de C.V.	3	73
Corporación S.A. de C.V.	3 (atiende las 64 estaciones de transporte público de León)	36
Remodelart inmobiliaria empresarial S.A. de C.V.	2	48
Especialista en limpieza empresarial S.A. de C.V.	3	66
Fuente. Elaboración propia con información de (Entrevista A2, 2019; SIAP, 2019)		

- A todo lo anterior, hay que agregar, que no se cubre la totalidad de los espacios públicos por atender, de hecho, según los indicadores referenciales de la Organización Mundial de la Salud, se deberían cumplir con rendimiento mínimos diarios por empleado, de 1.5 km. por turno, barriendo ambos extremos de la calle (SIAP, 2020).

Este servicio de barrido es de tipo manual, el servicio mecánico con empleo de máquina barredora lo ofrece directamente el SIAP. De acuerdo con SIAP (2020) y con entrevista (2019), el costo del servicio de barrido de la ciudad en 2019 fue de 43 millones de pesos, es decir, mantener limpio cada kilómetro con el servicio de barrido en la ciudad tiene un costo anual de 102 mil pesos, con barrido diario o terciado dependiendo la zona. El costo más económico corresponde a la Zona V con \$139 por km/promedio con un servicio diario de lunes a sábado, esto frente a la Zona X que tiene un costo de \$949 por km/promedio para un servicio terciado. En este sentido, no se tiene especificado la razón por la cual los contratos se encuentran tan desproporcionados con respecto a los concesionarios del servicio de barrido, existiendo una diferencia de 6.8 veces más en el costo de la Zona X respecto a la Zona V; no obstante, ambas zonas de barrido están concesionadas a la misma empresa: Corporación S.A. de C.V. Para 2020 dicho servicio tendría un costo de 45 millones de pesos, lo que representa un incremento de 5% respecto a 2019.

Cuadrillas de Limpieza

Las cuadrillas atienden en esencia la limpieza, recolección y traslado de aquellos RSU en la vía pública, así como de los reportes generados por los ciudadanos. De acuerdo con el SIAP (2020), este servicio está integrado por 20 cuadrillas de limpieza que abarcan la totalidad del municipio. En esencia el servicio se concentra en atender la limpieza de baldíos, arroyos, ríos, canales, taludes, áreas de interés común, vialidades, plazas, jardines, programas sociales, contingencias, eventos sociales, culturales, políticos, cívicos, deportivos y religiosos (Entrevista, 2019).

Este tipo de servicios usualmente atienden todos los eventos representativos realizados en la ciudad de León como son: el Rally, la feria de León, el festival del globo, los eventos cívicos, entre otros. Cada cuadrilla está compuesta por un chofer, una persona que recibe las instrucciones desde el SIAP y recolectores. A 2019 el personal ocupado en esta área del SIAP era de 120, los equipos para realizar esta labor constaban de 20 unidades con capacidad de 3.5 toneladas. La cantidad de residuos que fueron recolectados y trasladados a El Verde para su confinamiento final en 2015 fue de 5 mil 34 toneladas, mientras a noviembre de 2016 se contabilizaba una cantidad de 4 mil 518 toneladas. En promedio la cantidad mensual recolectada fue de 420 toneladas (SIAP, 2016).

Respecto a los costos económicos, SIAP (2020) señaló para 2019 una erogación de 41.9 millones de pesos, aunque este monto engloba todo tipo de cuadrilla, lo que imposibilita conocer la parte proporcional que correspondió para las cuadrillas de limpieza en específico.

Cuadrillas de mantenimiento

Las cuadrillas de mantenimiento se encargan de las labores de limpieza y mantenimiento en los camellones y áreas verdes. El objetivo es mantener una buena imagen a las avenidas principales, bulevares y calles de la ciudad. Usualmente realizan labor de poda y siembra de plantas y árboles en coordinación con la Dirección de Parques y Jardines, se suman las actividades de recolectar los RSU depositados en las papeleras que se encuentran en la vía pública, remueven publicidad no autorizada en cualquier espacio público, retiran mobiliario en malas condiciones, lavan papeleras y trasladan los residuos recolectados al relleno sanitario. En esta actividad laboran 108 personas equipadas con seis camiones de 8 toneladas de capacidad cada uno (SIAP, 2016; SIAP, 2020).

Esta actividad resulta de alta relevancia para el SIAP, dado que es la que refleja la imagen de la ciudad, los resultados que proporcionen las cuadrillas de mantenimiento será lo que incida en la percepción social que el ciudadano tenga sobre el estado de limpieza de la ciudad.

De las seis rutas que prestaron el servicio en 2019 el 100% fue adjudicada, mediante licitación, a la empresa Soluciones Ambientales Sistemáticas S. DE R.L. DE C.V. Esta es una empresa constituida por los antiguos recolectores que prestaban el servicio de recolección doméstica previa a la entrada del sistema concesionado. Además de las cuadrillas de mantenimiento esta empresa también tiene el 100% de las cuadrillas especiales.

Cuadrillas especiales

Hay cinco rutas especiales que se encargan de brindar apoyo en la recolección de residuos sólidos y de manejo especial que se encuentran en terrenos baldíos, arroyos, ríos, canales y taludes. Hacen limpieza general en espacios públicos, apoyan en contingencias (especialmente en época de lluvias) y apoyan en la limpieza de programas sociales (SIAP, 2016; SIAP, 2020). Este servicio cuenta con un chofer y cinco peones que atienden las instrucciones emitidas desde el SIAP, en total laboran 30 personas equipadas con 5 camiones de 8 toneladas de capacidad cada uno (Entrevista, 2019; SIAP, 2020).

Servicio exprés

Este servicio atiende aquellos residuos sólidos voluminosos abandonados en la vía pública y que requieren de pronta atención por el tema del riesgo sanitario o de obstrucción de la vialidad (SIAP, 2020). Por el tipo de riesgo, estas cuadrillas cubren los reportes que la ciudadanía realiza al SIAP, atendándose inmediatamente. Los reportes que mayormente cubren son para la recolección de animales muertos o material orgánico pequeño en descomposición. Estas cuadrillas forman parte directa de la infraestructura del SIAP y a 2016 se contaban con dos cuadrillas que atendían los reportes en todo en el municipio (SIAP, 2016).

Rutas comerciales

Es un servicio ofrecido por el SIAP a aquellos establecimientos comerciales, industriales y de servicios en la ciudad que así se lo soliciten. Se cobra por bolsa (10 kg) de acuerdo con la tarifa establecida en la Ley de Ingresos del Municipio más IVA. En 2016 el SIAP tenía aproximadamente 4 mil contratos entre comercios, empresas, restaurantes, hoteles (SIAP, 2020). Hay que señalar que cualquier tipo de negocio está obligado a contratar algún servicio de recolección, no condicionado al servicio comercial ofrecido por el SIAP, ya que este tipo de residuo no puede disponerse en el servicio de recolección domiciliaria que ofrecen los concesionarios. Además de los RSU, también el SIAP ofrece el servicio de recolección y traslado de Residuos de Manejo Especial (RME) (SIAP, 2020). En este caso hay que señalar que existe un mercado bastante grande por atender en los RME, ya que en 2019 se recolectaron 117,970 toneladas, que sumadas a las RSU implicaron conjuntamente un ingreso total al SDF El Verde de 588,783 toneladas al año (IMPLAN, 2019), lo cual representa un área de oportunidad bastante importante para generar ingresos a el SIAP.

Rutas rurales

En lo que corresponde a las zonas rurales del municipio el SIAP presenta 13 rutas para atender a 123 localidades, se concentra principalmente en las localidades de mayor población. La cobertura, al igual que en la zona urbana, es aproximadamente del 98%, es decir, 115 mil habitantes de los 117 en las zonas rurales, lo que representa 29,616 viviendas. El volumen recolectado en las zonas rurales en 2019 fue de 15 mil toneladas (SIAP, 2020). La frecuencia del servicio va de terciado a una vez por semana, este último para las zonas más alejadas. El servicio se encuentra concesionado a particulares, no constituidas como empresas, mediante 13 contratos distribuidos entre 7 particulares. El número de personas empleadas en las rutas rurales es de 52, cada ruta cuenta con un camión con una capacidad de 8 toneladas a cielo abierto.

La erogación económica para este servicio por parte del SIAP fue de 14.5 millones en 2019. Las anomalías identificadas por SIAP (2020) se mencionan abajo, cabe decir que las características resultan muy diferentes con respecto a la concesión rural y urbana, especialmente en lo relacionado con los equipos compactadores con los que sí tiene el servicio urbano.

-
- Los vehículos presentan deterioro importante al interior del chasis-cabina.
 - Aunque las empresas dotan a sus trabajadores del equipo de protección personal, estos no lo ocupan en su totalidad, ya que lo venden para tener un ingreso extra.
 - Se pudo constatar que los choferes de los vehículos, en ocasiones se bajan de la unidad para ayudar a los macheteros, por la gran cantidad de bolsas de basura acumuladas en muchas zonas.
 - En ocasiones, las bolsas de basura se almacenan en zonas poco visibles, así como en lugares rodeados por maleza, donde se resguardan reptiles y alimañas venenosas, que pueden lesionar a los operarios.
 - Algunas unidades presentan fallas mecánicas, esto es debido a la falta de mantenimiento preventivo y correctivo, ocasionando accidentes viales.
 - Se recolectan residuos de manejo especial, pudiendo afectar la salud del personal de recolección o causar desperfectos en los mecanismos hidráulicos de los sistemas de compactación de los vehículos recolectores.
 - Es frecuente que los vehículos recolectores rebasen la capacidad de carga de los vehículos recomendado por el fabricante, lo que propicia el desgaste excesivo de muelles, amortiguadores, del motor, de las llantas, etc.

Todos estos detalles identificados implican un aumento en la supervisión por parte de la SIAP para garantizar el mejor servicio, haciendo énfasis en los contratistas de la pertinencia por mantener el equipo en las mejores condiciones, así como por garantizar la seguridad del personal.

Una vez detallados en los subapartados anteriores los servicios y programas que presenta el SIAP para atender la GIRS, la sección que precede muestra los indicadores de la paramunicipal y su comparado con la parte estatal y nacional.

El comportamiento de los residuos sólidos en León: Indicadores de gestión de RSU

En la última década, con la conformación del SIAP, se ha ido generando aquella información básica sobre el comportamiento en la generación de RSU en lo que corresponde al municipio de León. Específicamente, se cuenta con 4 diagnósticos que dan una aproximación y que son el principal insumo para poder realizar un análisis sobre el rumbo que está tomando la urbe en materia de la GIRS y del cumplimiento de los ODS.

El primer insumo es el Diagnóstico Ambiental del Municipio de León, solicitado por la Alcaldesa Bárbara Botello, y elaborado por la Maestría en Gestión de Cuencas de la Universidad Autónoma de Querétaro; el segundo, es un estudio realizado por el CIATEC entre 2013 y 2014, el cual no se encuentra públicamente disponible, pero se conoce de él ya que fue ampliamente comentado por varios entrevistados; el tercer estudio, fue un diagnóstico elaborado por GlobalMind, que se publicó como SIAP (2016) dada su contratación por el SIAP, el objetivo fue analizar la pertinencia de un modelo de GIRSU para la ciudad; y, finalmente, el cuarto diagnóstico fue elaborado por Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental en 2019, siendo el Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Municipio de León que se firmó como SIAP (2020) y que es el instrumento que se está tomando como referente para fortalecer la gestión y planeación estratégica de los RSU por parte del SIAP.

A continuación, en las siguientes subsecciones se sintetiza brevemente la principal información en materia de RSU que permita tener un panorama sobre la evolución del comportamiento de residuos en lo que es considerada una de las urbes más grandes del país.

Los RSU en el Diagnóstico Ambiental del Municipio de León

Este diagnóstico, publicado en 2013, señalaba que en 2007 la recolección diaria de RSU era de 1,150 toneladas, de las cuales el 73% era generado por las viviendas con una producción *per cápita* de 1.4 kg/persona/día. Para 2012, cuando se hace el trabajo de campo en este diagnóstico, se encuentra que la generación pasó a ubicarse entre 1,200 y 1,500 toneladas por día. No obstante, la generación *per cápita* disminuyó a 1.08 kg/persona/día, dato que se encontraba por encima del 0.81-0.90 kg/persona/día que señalaba SEMARNAT para Guanajuato en 2010.

En aquel entonces, 2013, el servicio de recolección se daba bajo la modalidad de contratos, con 109 rutas que tenía el municipio. Se señalaba que poco más del 50% de los desechos del municipio se recolectaban, y que la separación y aprovechamiento de residuos funcionaba bajo la modalidad de concesión, en este caso la empresa LYRBA ganó la concesión para hacerse cargo de esta labor, cuestión que actualmente no se mantiene.

De acuerdo con el diagnóstico, la gestión de RSU en León se diferenciaba del planteamiento de SEMARNAT en que no promovía la prevención en la generación de RSU y era ausente de estrategias como la educación, capacitación, comunicación y era falto de un marco institucional, así como débil de capacidades adminis-

trativas, financieras e institucionales, planteando un elevado riesgo en materia de salud, ambiente y seguridad pública (Municipio de León, 2013).

Diagnóstico Modelo Integral para el Manejo y Gestión de Residuos en León (GlobalMind)

Este diagnóstico señalaba que para el caso de la ciudad de León se estimaba que diariamente se generaban alrededor de 1,600 toneladas de residuos en 2016, esto con la información arrojada directamente del pesado de los RSU a la entrada del relleno sanitario El Verde. Se preveía que dicho estado mostraba una tendencia a agravarse en los próximos años, considerando la tasa de crecimiento anual de la población de 2.72% y su relación con la generación de residuos (IMPLAN, 2015). Junto con el componente poblacional la ciudad presentaba un fuerte proceso de atracción de migración estatal, nacional y del extranjero como resultado de la internacionalización de la industria, así como del impulso al turismo recreativo, cultural y de negocios a lo largo del año.

Todos estos factores en conjunto, población permanente y flotante bajo la lógica de crecimiento económico sumarían a la generación de elevados volúmenes de residuos a ser atendidos a partir de recursos escasos, tanto financieros como de infraestructura, por parte del SIAP bajo la lógica de GIRS.

Con datos del IMPLAN GlobalMind reportó que León en 2015 generó 470 mil toneladas de residuos sólidos, de los cuales 77% correspondían a RSU y el 23% restante a residuos de manejo especial (RME). La producción per cápita se encontraba en 0.82 kg/día, la cual está por encima de los 0.65 kg/día como promedio estatal. En este informe presentó de manera adicional la evolución de los indicadores de la generación de RSU, RME y la generación *per cápita* entre 2005 a 2015. Es de llamar la atención que el volumen de la generación total de RSU tuvo un comportamiento uniforme con ligeros picos entre 2007 y 2009. En el caso de los RME se aprecia una disminución en los 10 años posteriores a 2005, pasando de 135,589 toneladas al año a las 106,508 toneladas, es decir, una reducción de casi 22% en dicho lapso. En el caso de la generación *per cápita*, el reporte señaló una disminución sensible en este indicador, pasando de 1.02 a 0.82 kg/habitante/día, lo que equivale a un 19.6% de reducción (gráficas 3.1 y 3.2).

Bajo este comportamiento de los residuos sólidos a 2015 se planteaba una expectativa de vida útil del SDF El Verde a 2022, esto de no modificarse los hábitos de producción y consumo de los leoneses y sus visitantes. SIAP (2016) indicaba

que en 2015 se confinaron 364 mil toneladas de RSU, lo que estaba generando 40 mil litros de lixiviados que debían ser tratados diariamente.

El diagnóstico de manera adicional consideró un estudio de percepción ciudadana respecto a los servicios que brinda la dependencia en el municipio, así como los problemas que la ciudadanía detectó respecto a la generación de RSU. Dentro de los resultados se señalan los siguientes:

En cuanto a los procesos de separación en origen, el 68.5% de los encuestados manifestó realizar la separación de sus residuos en casa, de los cuales el 46% la regala, el 27.5% la vende y el 25.5% la tira en el camión de la basura. El 88.5% de los encuestados declaró estar dispuesto a separar sus residuos si recibiera algún tipo de instrucción por parte del SIAP. Las dos principales causas fueron en un 49.1% de las menciones: para no contaminar y cuidar el ambiente; y en un 26.6% de las menciones: por higiene, salud y limpieza.

El 80.7% de los encuestados aceptó no realizar alguna actividad para intentar reducir la generación de residuos en casa. Para aquellos que contestaron positivamente, el 40.7% optó por la reutilización, el 18.6% recicló, el 13.8% lleva su propia bolsa al mandado, el 11% utiliza menos desechables, entre las principales menciones.

Se le comentó a los encuestados si estaban enterados de que cada casa en León produce aproximadamente 3 kilos de basura diariamente, dato que manifestaron desconocer el 62.1% de los entrevistados; sin embargo, el 95.7% de los encuestados coincidió en que esta situación puede representar un problema grave para la ciudad y el 94.2% está dispuesto a aplicar medidas para una menor generación de residuos en la vivienda. Finalmente, se les preguntó si consideraban que la ciudad de León es una ciudad limpia, a lo cual solo el 41.1% de los entrevistados contestó positivamente (SIAP 2016:30-35).

Esta información sirvió como insumo para hacer un planteamiento respecto a una propuesta para un Modelo Integral de Gestión de RSU que finalmente tomaría la cara del Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos para el Municipio de León que a continuación se señala.

Situación actual de los indicadores de RSU en León

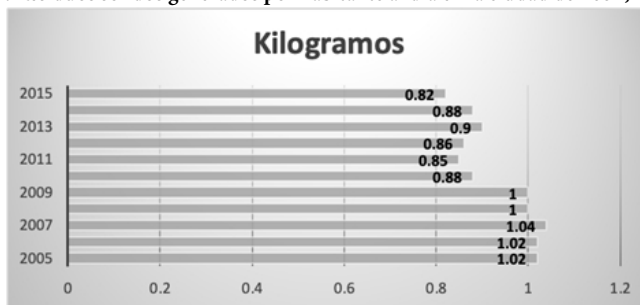
En el caso concreto de León, para la última década el municipio ha mostrado avances significativos en lo que tiene que ver con la generación *per cápita* como uno de los principales indicadores de avance en materia de RSU. Dentro de su Programa para la Prevención y Gestión Integral de Residuos el SIAP señaló en 2020 que la generación *per cápita* se encontró en 0.68 kg/persona/día, lo que representa

Gráfica 3.1. Toneladas de residuos generados en la ciudad de León, Guanajuato



Fuente: IMPLAN (2015)

Gráfica 3.2. Residuos sólidos generados por habitante al día en la ciudad de León, Guanajuato



Fuente: IMPLAN (2015)

un 38% menos de generación que con respecto al 2009, lo cual puede ser parte de los resultados de los diferentes programas implementados por el SIAP (capítulo 6), en especial a partir de la segunda mitad de la década. En este sentido, la generación doméstica total diaria se ubicó en 985 toneladas de RSU (SIAP, 2020), volumen inferior a las 1,150 toneladas diarias que se generaban para este tipo de usuario en 2007. En el caso de la cobertura del servicio de recolección se ubicó en 98.2% para el servicio doméstico, con 189 rutas urbanas y 13 rurales (SIAP, 2020).

León presenta (tabla 3.4) una generación *per cápita* inferior al dato estatal y nacional. También es relevante el dato de su cobertura de recolección, por encima del nivel estatal y federal. No obstante, su modelo de gestión carece de un centro de transferencia que permita aumentar el material recuperable e incida más en la reducción de ingreso al SDF, tarea, que sin embargo, se ha dejado recaer en los

Tabla 3.4. Indicadores de la Gestión de RSU en León				
	Indicador	Nacional	Estatad	Municipal
Generación per cápita de RSU	Kg/hab/día	0.944	1.02	0.62
Generación total de RSU	Toneladas/día	120,128	6,031	985.42
Recolección de residuos	Toneladas/día	100,751	4,155	
	% de cobertura	83.87	68.89	98*
Parque vehicular	Número de vehículos	16,615	568	78
	Antigüedad (años)	29% son modelos con 24 de antigüedad	ND	Menores a 5 años
	Tipo unidad	59% compactador 29% caja abierta 12% otro tipo	57% compactador 40% caja abierta 3% otro tipo	100% compactadores
Transferencia de RSU	Instalaciones	127	3	0
Centros de acopio	Número de centros de acopio	173	18	0
Recolección diferenciada	%	5	0.43	0.05**
Tratamiento de los RSU	Unidades de separación o reciclaje	26	1	0
	Unidades de trituración	5	0	0
	Unidades de compactación	13	1	1
	Unidades de compostaje	19	0	0
	Unidades de biodigestión	5	0	1***
Pepena	Personas dedicadas	SD	SD	>1,500
Disposición final de RSU	Toneladas/día	86,352.7	4,138.6	985
Costos promedio de la recolección	\$/Ton	434	369	529.24****
Costos de disposición	\$/Ton	122	101.21	96.62

Fuente: Elab. propia con información de SIAP (2020), SMAOT (2021) y SEMARNAT (2020)

pepenadores (recuperadores urbanos), aprovechando la endeble situación socioeconómica que padecen muchas familias en León y que de manera directa, sin retribución del SIAP, contribuyen en la labor de la separación y aprovechamiento de residuos, generando beneficios sociales, ambientales y económicos para el municipio, pero que tiene como asignatura pendiente la dignificación de esta noble labor.

Conclusiones

El surgimiento del SIAP se dio bajo la urgencia de atender la brecha que mantenía León con respecto a la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos de 2003. Se planteó dejar atrás un proceso de atención rígido de RSU por uno flexible con el surgimiento del SIAP. Su Consejo Directivo ha marcado pautas que encaminen una nueva forma de garantizar el servicio a pesar de los diferentes retos internos caracterizados por los escasos recursos financieros, técnicos, institucionales y de infraestructura con los que ha tenido que lidiar en su primera década de vida el SIAP.

En una década de surgimiento de la paramunicipal no solo se ha logrado estabilizar el comportamiento de la generación de RSU, sino que se ha conseguido suavizar con tendencia a la baja la generación *per cápita*. Los servicios implementados le han valido el reconocimiento de la población leonesa al calificarlo como la mejor prestación municipal, aún por encima del servicio de agua potable que es uno de los más destacados a nivel nacional.

El desempeño del SIAP con sus indicadores también deben tomarse con cautela, si bien es un dato importante la generación *per cápita* esto no implica perder la atención de que el SIAP no está enfrentando el reto de fondo desde el ámbito de la prevención, sino que se está enfocando en gestionar con programas los residuos generados, lo que deriva en un esfuerzo transversal que demanda de grandes recursos económicos que mantiene el impacto en la parte ambiental al no reducir la huella ecológica dadas las consecuencias de cultura del consumo que impera de manera normalizada en la ciudad. No obstante, a pesar de todo ello los principales indicadores muestran que León presenta un ligero acercamiento para el cumplimiento de los ODS, pero es necesario que la paramunicipal refuerce con distintas tareas como son la ya comentada prevención y el esfuerzo de dignificar la contribución de los recuperadores urbanos.

Finalmente, el SIAP, sigue careciendo, de proyectos que faciliten la presencia de la EC, misma que dinamice las subcadenas productivas de residuos valorizables para incidir, aunque sea de manera paliativa, en el aprovechamiento de los residuos; no pensar ya en un planteamiento de EE a través de una educación ambiental radical que pudiese atender el problema de fondo, pero con elevadas afectaciones a los intereses de los grupos empresariales locales, aspecto que por cierto no está para considerarse en la actual visión del SIAP.

4. RECOLECCIÓN Y TRASLADO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN LEÓN

Introducción

En la última década la prestación municipal del servicio de recolección ha tenido una transformación radical pasando de un sistema de contratos a uno concesionado que ha sido motivo de polémica, en especial por los costos derivados que el actual esquema de recolección mostró. No obstante, si bien el actual servicio implica un costo económico sensiblemente mayor al anterior, éste también ha tendido en irse traduciendo en una mejora significativa en la prestación municipal para el leonés. La modernización del servicio ha conllevado a cubrir aspectos técnicos, organizacionales y laborales que complejamente podían considerarse bajo el esquema anterior. Quedan pendientes diversos temas, como sucede usualmente en la gestión municipal, especialmente el interés y atención por el componente ambiental; el cual mantiene la ausencia de aquel proceso que considere la separación y aprovechamiento de residuos valorizables señalados en la GIRS, y que no sea un proceso meramente de recolección para la disposición. Tarea que se ha dejado de manera deliberada e indefinida en las personas conocidas como “pepenadores” o recuperadores urbanos, esto al amparo de justificaciones económicas que esconden el verdadero desinterés ambiental por parte del ente municipal.

Este capítulo aborda brevemente los esquemas de recolección y traslado de RSU del municipio de León en la última década. Se considera la descripción de cada uno de ellos, con énfasis en el concesionado. Se encontró en las entrevis-

tas que existe una percepción de aceptación social respecto al servicio, pero que no deja de lado la preocupación ambiental que tienen los usuarios sobre la actual modalidad de recolección, misma que no la logra internalizar el componente ambiental como parte del sistema, reflejando una asignatura importante por atender en el futuro inmediato.

La transición en el esquema de recolección y traslado de residuos sólidos urbanos: 2009-2014

A principios de la década de 2010, el servicio de recolección y traslado de RSU en León se realizaba a través de 109 rutas que se gestionaban mediante contratos de prestación de servicios profesionales, principalmente, a personas que tenían un historial de colaboración con el gobierno municipal para atender determinadas rutas. Los contratos que se realizaban entre el municipio y los prestadores del servicio no especificaban las cuestiones técnicas de los equipos, por lo que el vehículo para el servicio de recolección era seleccionado por la persona contratada. Esta ausencia de especificaciones técnicas se traducían en una plantilla vehicular de camiones tipo torton, o de tres toneladas (imagen 4.1), que eran adaptados para recibir los residuos. En su mayoría eran vehículos con una vida útil perdida de los años 90, o más antiguos, con una inversión en su mantenimiento prácticamente nula. Por las condiciones con que se recolectaban los residuos era común identificar camiones escurriendo lixiviados, dejando sobre su recorrido una estela de líquidos y olores, generando malestar e incomodidad entre los ciudadanos.

Uno de los vicios que causó este esquema de recolección y traslado era el modelo de negocio que se desarrolló entre muchos de los contratistas. Se manejaba, en primera instancia, un contrato que era asignado por el municipio al particular, quien a su vez subcontractaba a una tercera persona, usualmente propietaria de un vehículo pesado, para que esta última ejecutara la parte operativa del servicio de aseo público. Es decir, se instituyó un sistema de rentas en la subcontratación de este servicio municipal.

Para reducir costos, el subcontratado empleaba informalmente personal (recolectores) a quienes retribuía con el provecho de los residuos valorizables que separaban durante la ruta de recolección domiciliaria, a estos últimos se les conocía como “loberos.” De ahí que fueran visibles macro-bolsas pendiendo de los camiones recolectores que circulaban por la ciudad y donde se recolectaban aquellos residuos como PET, cartón, aluminio, entre otros; los cuales al venderse constituían la

Imagen 4.1. Unidades recolectoras de RSU bajo el esquema de contratos



Fuente: Noticieros en Línea

principal fuente de ingreso de las personas que participaban informalmente en sistema de recolección (sin sueldo fijo ni prestaciones en el servicio de recolección).

A estos problemas vinculados con el viejo esquema de recolección se sumaban dos. El primero, la cobertura parcial del servicio, que dejaba fuera a más de 100 colonias de la prestación municipal, aproximadamente 110,00 habitantes, provocando dispersión de los residuos, especialmente en los polígonos de pobreza y contaminación del aire por la quema de éstos (Municipio de León, 2013). El segundo, era un modelo que no permitía obtener datos duros sobre la cantidad y caracterización de los residuos que se recolectaban, el único dato disponible era la factura que eventualmente el concesionario entregaba al relleno, siendo la única información disponible que se tenía para conocer el monto en toneladas dispuestas en el relleno; no existía certeza del origen de esos residuos, pudiendo darse el caso de ser RME.

Uno de los puntos que permitió en 2014 al municipio tomar la decisión de cambiar el esquema de recolección y traslado fue la ubicación del actual SDF El Verde. El cual se encuentra a la salida de la carretera a Lagos de Jalisco y presenta una diferencia respecto al centro de la ciudad de más de 200 metros de altura sobre el nivel del mar; lo que se traduce en múltiples costos ambientales y financieros en el proceso de la disposición final de residuos.

La presentación de un diagnóstico elaborado por el CIATEC (mencionado por los actores entrevistados) visibilizó la ineficiencia de las rutas con alto impacto ambiental. Muchas de ellas con tiempos de recolección y traslado entre 5 y 8 horas asociado al rezago que presentaban las unidades. Se sumó el poner alto a la infor-

malidad de las personas que daban la prestación de la recolección, que hasta ese momento participaban en la cadena sin ningún tipo de seguridad social ni prestación laboral por parte de los contratistas.

Después de un análisis medioambiental, laboral y financiero, de aquel esquema de recolección y traslado de RSU, se declaró en 2014 la imposibilidad del municipio de seguir bajo dicho esquema, pero a su vez, de no poder brindar el servicio directamente por cuenta propia, procediendo a la autorización para que terceros dieran la prestación municipal a los leoneses bajo el régimen de concesión.

Para solventar parte de las asignaturas pendientes se establecieron criterios técnicos y laborales a los interesados en concursar por las concesiones. Se procedía a implementar un nuevo modelo de recolección y traslado para la ciudad, en donde los principales cambios destacaban en materia ambiental; remitiendo a la calidad de los vehículos, cerrados y compactadores, que permitieran hacer eficiente el sistema de recolección y operarlo por zona y no por ruta, así como implementar aquellas condiciones laborales conforme a la ley para los participantes. Todo este proceso dio cabida para la adopción del actual esquema que tiene la ciudad en el servicio de recolección a través del esquema concesionado y que se describe en el siguiente apartado.

El esquema concesionado de recolección y traslado de residuos sólidos urbanos: 2014-actual

Actualmente, el servicio de recolección domiciliaria se atiende con el mencionado sistema de concesión instituido en 2014 a través de dos empresas privadas: Gestión e Innovación en Servicios Ambientales (GISA) y Promotora Ambiental S.A. de C.V. (PASA). El servicio de recolección en este proceso de modernización implicó la división de la mancha urbana en tres grandes zonas A, B y C (mapa 4.1). Cada Zona comprende dos sectores, para un total de seis, con 195 rutas (tabla 4.1) entre las dos empresas para tener una cobertura del 98.2% respecto al total de viviendas en la parte urbana (SIAP, 2020).

En el caso de GISA, es una empresa dedicada y especializada en el tratamiento de residuos, la cual obtuvo la concesión del servicio de recolección y traslado de residuos sólidos no peligrosos municipales de la Zona A en 2014; sin embargo, por impugnación de un particular se realizaron las descargas legales que posteriormente en 2017 no tuvieron a lugar, dando en junio de dicho año la ratificación de la concesión de dicha zona para GISA. Esta empresa tiene 38 rutas de atención dentro de la Zona A, para atender alrededor de 181 mil viviendas, bajo la modalidad de

Tabla 4.1. Organización de los sectores y rutas		
Zona	Sector	Rutas
A	1	7-15, 21-24, 29-31, 34, 36, 37, 38
A	2	1-6, 16-20, 25-28, 32-33, 35
B	3	76, 78, 79, 81-87, 89, 90, 92-104, 106, 108-110, 112, 113, 190 y 75.
B	4	39-42, 44, 45, 48-56, 58-73 y 75.
C	5	114, 115, 117-124, 126-129, 131-134, 136, 137, 139-141, 143-146, 148-151, 191, 193 y 195.
C	6	152-156, 158-161, 163-176, 178-182 y 184-189.

Fuente: Elaboración propia con información del SIAP

tiene un operador y dos ayudantes por camión. PASA recolecta dos tercios de los residuos que se generan en las viviendas urbanas de León.

SIAP (2020) a través de un seguimiento de las rutas de PASA señaló que la recolección mensual, considerando únicamente septiembre de 2019, y dispuesto en el SDF el Verde fue de 21,839 toneladas, con un promedio diario de casi 728 toneladas al día, que sumadas a las 416 toneladas recolectadas de GISA dan un total mensual, solo a septiembre de 2019, de 1,144 toneladas.

El Programa Municipal para la Prevención y Gestión de Residuos para el Municipio de León, Guanajuato (SIAP, 2020) en su evaluación al servicio de recolección y traslado de RSU, de ambas empresas que prestan el servicio al municipio, señaló diversos hallazgos que cuestionan la calidad del servicio. Dicha evaluación consistió en un seguimiento puntual de las unidades en un recorrido total del proceso, desde la salida del garaje para iniciar el recorrido de recolección hasta el encierro en el mismo lugar una vez terminado el recorrido. A continuación, se mencionan los principales problemas identificados:

- El personal que recolecta no utiliza los implementos que le asignan para cumplir con sus tareas, amén de que carece de otros necesarios para atender el trabajo que se les asigna. Principalmente carecen de botas de seguridad y guantes.
- En los recorridos realizados, se observó un porcentaje considerable de vialidades de difícil acceso y sin pavimentar, particularmente en la periferia de la ciudad.

Imagen 4.2. Unidades recolectoras de RSU bajo el sistema de concesión en León



Fuente: Noticieros en Línea (2016)

- Se encontraron vialidades cerradas con contenedores de 200 litros, rellenos de concreto, que impedían el libre tránsito de los vehículos. Estos fueron colocados por la población, preocupada por la inseguridad que se vive en estos tiempos.
- Es común observar acumulación de residuos en las vialidades de distintos puntos de la ciudad, complicando la prestación del servicio, ya que el personal de la recolección tiene que recoger “prácticamente a mano” los residuos.
- Se observó imprudencia por parte de los auxiliares de recolección, esto al momento de realizar las maniobras de carga y descarga de los contenedores.
- A lo largo de todas las rutas es notoria la pepena, movilizándose a pie, en bicicletas y en vehículos tipo carretones.
- De las rutas analizadas, un par de ellas realizó la recolección de residuos de manejo especial, recibiendo a cambio la consabida propina.
- En distintos puntos de la ciudad, que correspondieron a las rutas de recolección evaluadas, se encontraron residuos de manejo especial mezclados con residuos sólidos urbanos.
- Se observó que las cadenas Oxxo y Extra, entregan sus residuos al servicio de recolección domiciliaria, cuya encomienda es atender a la población y no a los usuarios comerciales.
- En diversas ocasiones, los auxiliares de recolección tuvieron que pedir a los habitantes de las áreas atendidas con el servicio, que movieran sus automóviles del lugar donde se encontraban estacionados, ya que impedían el libre tránsito del vehículo recolector.

- En los distintos puntos de las vialidades donde se encontraban acumulados los residuos, los auxiliares e incluso en algunas ocasiones el mismo operador, realizaban la recolección de estos empleando implementos en mal estado, o incluso extraídos de los mismos residuos.
- Al finalizar la recolección de la ruta 6 de la empresa GISA el vehículo se quedó sin frenos, por lo que invadió otros carriles, además de guarniciones y camellones, para así evitar herir a alguna persona.
- En el recorrido de la ruta 164 se observó a un infante ayudando a su padre a depositar la basura en el camión recolector (SIAP, 2020: sección III.3)

La evaluación en el documento del SIAP (2020) señala diversos problemas asociados a la productividad y eficiencia de las rutas de las empresas encargadas del servicio. Destacan las horas improductivas injustificadas, que van desde los 14 minutos hasta las 3 horas y media detectadas en las rutas observadas. No obstante, cabe señalar que el servicio ha mejorado sensiblemente respecto al anterior esquema de contratos. Esto se puede apreciar en la percepción ciudadana otorgada con una calificación al servicio de recolección de RSU, que de acuerdo con la entrevista a uno de los concesionarios la calificación que ofreció la ciudadanía en 2019 fue de 8.8, esto con un estudio de percepción que anualmente se le solicita al concesionario por parte del SIAP (tabla 4.2).

Finalmente, el apartado cierra recuperando las diferencias señaladas por el mismo SIAP respecto a los dos esquemas de recolección y traslado de RSU en la última década (imagen 4.3).

Los costos del servicio de recolección

El servicio de recolección y traslado de RSU es la prestación municipal de mayor carga económica para el SIAP, su importancia va más allá de las cuestiones de tipo sanitarias y ambientales, es un tema de seguridad pública. La ausencia de esta obligación municipal acarrearía consigo una serie de implicaciones que podrían en peligro la estabilidad social y con ello colocar en riesgo el ámbito de la seguridad pública, esta última considerada de alta prioridad para el municipio. Es por ello por lo que la oferta de la recolección es trascendental de manera transversal; sin embargo, los costos asociados exclusivamente a dicha prestación son elevados considerando la gratuidad del servicio para el ciudadano leonés.

El SIAP (2015) señalaba que dicho servicio desde 2005 ya rebasaba la carga económica de los 100 millones de pesos de manera anual; esto bajo el esquema de

Imagen 4.3. Sistema anterior vs actual del servicio de recolección



Fuente: SIAP (2015:10-11)

contratos y previo a la entrada del servicio concesionado de recolección y traslado, pagando el SIAP 120 millones de pesos respectivo al primer semestre del año 2014, esto considerando el ajuste de 32.7% exigido por los recolectores para el segundo trimestre del mismo año bajo el sistema de contratos.

Ya con los títulos de concesión operando, por GISA y Red Recolector (éste operando en León hasta 2017), el costo entre agosto y diciembre de 2014 fue de 51 millones de pesos. En el 2015 el servicio de recolección y traslado costó 171 millones de pesos, pero ya cubrió todo el año. Para 2016, el costó fue de 191 millones pesos; 2017 fue atípico, por la situación de las impugnaciones de los propios concursantes del título de 2014; es aquí cuando una vez que se da el fallo dan el corte al tiempo de la concesión y vuelve a empezar 2017 con las tarifas de 2014, con un costo de 183 millones, mientras 2018 costó 203 millones.

De lo anterior hay que hacer una aclaración, que hay una resolución de un juez, que dice que reponga el fallo. Entonces iniciamos en 2014, pero en 2017 se repone el fallo, se trunca un poco la concesión y se vuelve a iniciar. En el 2014 empezaron costos de \$350 para la Zona A y \$390 para la zona B y C sin I.V.A, ahora sí son subtotales del costo por tonelada.

Obviamente estas tarifas se fueron actualizando año con año con cada una de sus fórmulas y llegamos a julio de 2017, donde se dice que se reponga ese fallo, entonces tuvimos un trance de julio y agosto donde regresamos a las tarifas originales de 2014, aunque se iban incrementando de acuerdo con sus títulos de concesión; hay un periodo de transición y no hay incremento, vamos a partir de lo mismo \$350 y \$390, esto por el fallo, lo cual contribuyó en 2017 y 2018 para contener los costos de dicho servicio (Entrevista, 2019).

Tabla 4.2. Sistema anterior vs actual del servicio de recolección	
Sistema anterior de recolección	Sistema actual de recolección
El parque vehicular era obsoleto: los camiones contaminaban y al ir a cielo abierto representaban un riesgo para los trabajadores y una imagen desagradable para la ciudadanía.	Los camiones son del 2014, cuentan con alta tecnología y cajas de compactación hidráulica. Esto permite un servicio de calidad, mejoran la imagen y promueven la sustentabilidad ambiental.
Se pagaba por ruta: había camiones que recolectaban más basura que otros y se les pagaba lo mismo.	Se paga por tonelada, incentivando la productividad; dejar basura en la vía pública significará menores ingresos para las empresas concesionarias.
Sólo algunos de los empleados contaban con prestaciones de seguro social	Todos los recolectores de basura y operadores de camiones cuentan con prestaciones de seguridad social.
La vigencia de los contratos era variable (de 6 a 12 meses), los contratistas difícilmente podían invertir en la renovación de sus vehículos, los contratos se hacían por asignación directa, cuando la ley los obligaba a concursar.	La licitación a 20 años da certeza, tanto al municipio como a las empresas para que cada siete años se renueve el parque vehicular, sin poner en riesgo las utilidades y la calidad en la prestación del servicio.
Fuente: SIAP (2015:10-11)	

Las tarifas que dieron el cierre con los 203 millones en costos en 2018 fueron de Zona A \$419.14, Zona B \$414.66 y Zona C \$405.72. Para 2019, la tarifa de \$459.01 corresponde a la zona A, para la zona B fue de \$459.86 y la zona C con \$449.45 por tonelada. En el caso de 2020 las tarifas correspondientes son las siguientes: Zona A \$495 pesos por tonelada; Zona B \$490 y Zona C \$479.85 por tonelada. En el proceso de actualización de las tarifas para el año siguiente depende de la fórmula de actualización de cada concesionario, todo va concentrado en salarios, incremento en el combustible y los índices nacionales de precios al productor (Entrevista, 2019). De acuerdo con SIAP (2020), la recolección y traslado de los residuos domiciliarios, tanto urbano como rural, tuvo un costo de 233.5 millones de pesos, 219 millones correspondientes al urbano y 14.5 millones para el rural. El costo promedio por vivienda, considerando el censo INEGI 2015, es de \$50.29 mensuales exclusivamente para este servicio municipal, es decir, \$603 anuales c/u.

Conclusiones

El servicio de recolección y traslado de RSU en el municipio de León ha tenido una modernización radical bajo la nueva modalidad de concesión. El anterior esquema de contratos, como se pudo observar, se encontraba lejos de una prestación dentro de los términos de la GIRS. Dicha modalidad exponía la seguridad del personal encargado de la recolección, era omiso de garantizar las prestaciones laborales conforme a la ley para estos últimos, así como carente de cuestiones técnicas y de infraestructura que no causaran externalidades a los usuarios domésticos.

El actual sistema de concesión resulta oneroso, pero ha solventado los vacíos que eran evidentes para el ciudadano leonés con el esquema anterior. Los concesionarios otorgan el servicio con equipo e infraestructura, así como con una metodología de recolección que garantiza un servicio terciado satisfactorio que se da en la ciudad, mismo que pasa inadvertido por el usuario. No obstante, esta única fase del proceso de la GIRS tiene un costo que representa tres cuartas partes con respecto al costo total de todo el sistema de aseo público de la ciudad, el cobro por tonelada recolectada ha incentivado a los particulares a realizar una recolección que les permita maximizar sus ventas por ruta atendida y se ha dejado de lado el tema de la prevención en la generación y la separación diferenciada de RSU.

Según la percepción mostrada por el leonés respecto al servicio de recolección, el usuario está ampliamente satisfecho con el servicio de recolección, calificándolo con un significativo 8.8, en escala de 1 a 10, y posicionándolo con el reconocimiento al mejor servicio público ofrecido por el municipio en 2019 (Entrevista Gerente de Operaciones PASA, 2019). Sin embargo, hay amplia preocupación del usuario doméstico en el tema ambiental. Cuestionan la ausencia de recolección diferenciada por los concesionarios, que permitiría recuperar un porcentaje importante de residuos con valor para un proceso posterior de aprovechamiento y alivio ambiental. El desconocimiento de la ciudadanía sobre las características del servicio de recolección induce percepciones sesgadas que tienden a sancionar de forma injustificada. En este caso, los términos de referencia no implican a los particulares el realizar una recolección diferenciada para el posterior aprovechamiento. La falta de interés en el ente municipal por adoptar el proceso de segregar y aprovechar los residuos mediante una planta para estos fines, deja que la sanción social para la ausencia de esta práctica recaiga en los concesionarios.

Independientemente del grado de satisfacción social y de preocupación ambiental, el esquema actual ha arrojado resultados positivos; pero se mantienen asignaturas pendientes por mejorar, como los puntos señalados por el programa del SIAP (2020). Así mismo, compete al SIAP y al municipio plantear la infraestructura

y los métodos necesarios para aprovechar los residuos con valor, esto considerando la visión mercantilizadora que predomina en el esquema actual de GIRS en León.

El pendiente ambiental en materia de prevención y aprovechamiento del material recuperado, mediante recolección diferenciada y una planta de reciclado, compete al municipio y a su capacidad de coordinación para generar en las dependencias correspondientes, SIAP y Dirección de Medio Ambiente, es decir, generar condiciones que propicien el aumento escalonado de los niveles de recuperación de residuos con valor. De momento, como se verá más adelante, se operan acciones desde el SIAP para reducir la cantidad de residuos que ingresan al relleno; sin embargo, son consideradas acciones marginales, dada la magnitud de RSU que se genera en el tercer municipio más poblado del país.

5. LOS SITIOS DE DISPOSICIÓN FINAL EN LEÓN

Introducción

Posterior al proceso de recolección, los residuos sólidos urbanos generados en las viviendas de las zonas urbana y rural son trasladados, ya sea, a un centro de transferencia para ser separados, o bien, a un sitio de disposición final. En el caso de estos últimos la Norma Oficial Mexicana NOM-083-SEMARNAT-2003 indica el tipo de infraestructura, así como los métodos y obras de ingeniería que debe cumplir el relleno sanitario para ofrecer un manejo adecuado en la deposición final de los residuos. Esta NOM busca controlar y reducir el impacto ambiental a través de la compactación, el manejo de biogás y los lixiviados (Rosas y Gámez, 2019). En este sentido, el municipio de León cuenta con el viejo tiradero a cielo abierto, “La Reserva”, que actualmente se encuentra en proceso de cierre y clausura, así como con el único relleno sanitario en todo el estado de Guanajuato conocido como “El Verde” que cumple la NOM-083.

El presente capítulo tiene por objetivo describir cada uno de estos sitios de disposición final y los retos que plantean en materia de salud, ambiente y economía para los leoneses. Primero se abordará el caso del SDF “La Reserva”, el cual estuvo en operaciones en las dos últimas décadas del siglo pasado, que sigue presentando una situación de riesgo ambiental, ante el estancamiento que sufre para encausar la fase de clausura, debido a motivos presupuestales. En seguida se abordará el caso del SDF “El Verde,” que actualmente sigue en operación, con acciones municipales orientadas a extender su periodo de vida albergando residuos, pero también para

aprovechar la generación de biogás produciendo energía eléctrica que actualmente abastece a luminarias del municipio, como ejemplo de economía circular para León.

El viejo tiradero a cielo abierto La Reserva

Es importante mencionar que el SDF “La Reserva” no fue un relleno sanitario como tal, un relleno sanitario actualmente debe cumplir la NOM-083 que cuenta con la infraestructura e ingeniería para el correcto manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que recibirá durante su período de vida.

Se sabe que La Reserva no cuenta con aquella infraestructura como la colocación de geo-membranas para evitar impactos negativos al ambiente en general. De acuerdo con este concepto, y en el contexto que se dio la apertura y operación de dicho tiradero no existían aún normas para su regulación ambiental. Los residuos que llegaban se disponían directamente al suelo natural y las compactaciones no eran las que ahora marca la normatividad, porque para ese entonces la norma todavía no se regía, salió en 1996 y después hubo una modificación en el 2003, por lo tanto, no hubo una operación adecuada en dicho SDF. La NOM-083 indica que una vez que se reciba el último residuo tiene que darse un periodo de 20 años de monitoreo y mantenimientos, para después poder hacer la clausura y darle un uso final al sitio. La Reserva (mapa 5.1) dejó de operar en marzo del 2001, iniciando operación en 1985. Aproximadamente se calcula que hay 5.5 millones de toneladas de basura confinada en este SDF, que se dispusieron en una superficie de 25 hectáreas aproximadamente (Entrevista, 2019).

La caracterización de los residuos depositados en La Reserva

A grandes rasgos en los años ochenta ingresaban residuos sólidos urbanos, es decir, todo lo que se generaba en casa habitación, hablando de pilas, papel sanitario, plásticos y de todo tipo, había mucho volumen de residuos orgánicos, se manejaba en peso, y el orgánico predominó sobre el resto de los residuos. No obstante, también se recibían residuos de manejo especial, de todos los procesos de producción ubicados en la localidad; tiene que ver mucho con el cuero y calzado, entraban los cortes textiles, suelas, en tema de curtiduría ingresaba raspa, lodo de pelambre y también había un área específica y controlada para residuos que llegaban de hospitales (Entrevista, 2019).

Debido a la caracterización de residuos depositados en La Reserva hay presencia de cromo trivalente, que no genera ningún riesgo, detectado en el lixiviado, dentro de los parámetros medidos se considera el cromo total, mostrando presencia en un

Tabla 5.1. SDF La Reserva: el viejo tiradero del municipio de León	
Definición	Sitio inadecuado de disposición final que no cumple con los requisitos establecidos en la NOM-083-SEMARNAT-2003
Ubicación	Carretera León-San Francisco del Rincón kilómetro 7.5 Ejido Plan de Ayala Coordenadas Geográficas: 21o 05' 04.05 "N-101o 44' 57.43"
Dimensión	25 hectáreas
Periodo de vida	16 años. De 1985 a 2001
Recepción de basura en su periodo de apertura	900 toneladas al día
Recepción de basura en su periodo de cierre	1600 toneladas al día
Volumen almacenado	5.5 millones de toneladas
Problemática principal	La precipitación pluvial genera presión en la producción de lixiviado contaminante con una cantidad anual de 37,500 metros cúbicos al año de lixiviado.
Estatus	Proyecto ejecutivo de cierre y clausura elaborado sin fondos para su ejecución
Fuente: Municipio de León (2017)	

del sitio. Sin embargo, actualmente hay un proyecto ejecutivo para su cierre, éste en conjunto con la Dirección General de Obra Pública para dar una clausura de acuerdo con la norma y posteriormente un uso final al sitio.

El lixiviado

Respecto a las implicaciones de La Reserva éste produce en promedio 37 millones de litros de lixiviados al año, pero esto depende mucho del clima, especialmente la precipitación pluvial y la temperatura. Los problemas que tiene el SIAP respecto a este sitio son los temas de cobertura de las plataformas expuestas, que cuando llueve ocasiona mayor infiltración en la biomasa y esto suma a la generación de lixiviado y aumentan la producción en metros cúbicos; no obstante, la ausencia de buena cobertura prevendría esta problemática, se tiene un rezago de toda la infraestructura necesaria de la NOM-083 para darle un buen seguimiento al sitio, lo que da la verdadera pauta para generar tanto lixiviado en La Reserva.

El SIAP desde 2012 tiene una planta de tratamiento de lixiviado en La Reserva, con una capacidad instalada de 80 metros cúbicos por turno, lo que permite ofrecer resultados satisfactorios dentro de la NOM-001-SEMARNAT-1996 (Municipio de León, 2017). Para el tratamiento de los lixiviados se hace un proceso fisicoquímico por carburación, se le agrega floculante y coagulante para hacer estas reacciones, y para mitigar patógenos se utiliza cal lo cual también ayuda a aumentar el PH, y, por lo tanto,

contribuye a tener la reacción con los demás químicos que se incluyen. El contaminante se separa por sedimentación. Esta forma de tratar los lixiviados aporta además en la disminución de la producción de lodos y en las implicaciones de su disposición final. El costo aproximado para el tratamiento del lixiviado es de \$350,000 trimestrales para la compra de material (Entrevista, 2019).

El biogás

Respecto a la generación de biogás, La Reserva no se tiene una medición, ya que anteriormente se tenían unos quemadores por pozo, pero ya no están en funcionamiento, por lo tanto, no hay un flujo que indique el volumen que se está generando. Es por eso por lo que se presenta el problema anteriormente mencionado, respecto al indicador de generador de biogás. Actualmente hay 12 pozos donde se hace la quema del biogás (imagen 5.1).

Gestión de La Reserva

Actualmente la supervisión del sitio corresponde directamente al SIAP, esto por parte del área de residuos. Se cuenta con un supervisor en sitio y 4 operativos que se encargan de la planta. En 2019 el SIAP se encontraba realizando mantenimiento a los caminos para poder hacer la recirculación, ya que cabe mencionar que el lixiviado que se trata es recirculado, lo que ayuda a la degradación de la biomasa que se encuentra en el sitio, y también para el control del polvo en el SDF.

Cierre y clausura de La Reserva

Existe una alta complejidad respecto al cierre y clausura del viejo tiradero La Reserva acorde a la NOM-083-SEMARNAT-2003. Como ya se mencionó, el tema de los lixiviados y de la producción y quema de biogás son los principales retos relacionados con los aspectos climatológicos que impone la región. Sin embargo, el SIAP (2020) tiene ya identificadas las diversas acciones para dar paso al proceso de cierre y clausura del SDF. A continuación, se enlistan algunas de las tareas que debe enfrentar este pasivo ambiental en el municipio de León:

Imagen 5.1. Quemadores biogás en La Reserva (puntos en amarillo)



Fuente: Municipio de León (2017)

- Estabilidad de taludes, bermas de apoyo y caminos de acceso, que garanticen su estabilidad física y eliminen el riesgo potencial de que se presente algún deslizamiento de los taludes y plataforma del sitio.
- La cobertura debe aislar los residuos, minimizar la infiltración de líquidos en las celdas, controlar el flujo del biogás generado, minimizar la erosión y brindar un drenaje adecuado.
- Manejar y controlar los escurrimientos superficiales con el fin de evitar la erosión de la cubierta, tanto en la plataforma como en los taludes.
- A partir de la información meteorológica relativa a la precipitación pluvial, representativa de la región donde se ubica el sitio, se debe diseñar la infraestructura hidráulica compuesta de canaletas, canales abiertos, alcantarillas, estructuras de desfogue y lagunas de concentración de escurrimientos, que permitan manejar eficientemente y sin riesgo para el sitio en general, la fracción del agua pluvial que escurrirá sobre sus distintos elementos (bermas, taludes y plataforma), considerando para ello, distintos escenarios de caudales de agua a manejar.
- Sistema de captación y extracción del biogás generado de la descomposición de los residuos confinados en el sitio.

- Cuantificar la generación total de biogás, empleando para ello, la tasa de producción de CH_4 y CO_2 (metano y bióxido de carbono) por tonelada de basura.
- Conocer la composición de residuos a partir de un balance estequiométrico, además se definirá la infraestructura necesaria para captar; extraer; conducir y destruir el biogás, o bien, establecer alternativas de manejo.
- Con el fin de precisar la producción potencial de lixiviado, que se genera por la infiltración de un porcentaje del agua de lluvia al interior de los residuos confinados en el sitio, se deberá llevar a cabo un estudio de balance hídrico.
- Diseñar un sistema de acondicionamiento del lixiviado, todo ello con el fin de acelerar los procesos de estabilización de los residuos confinados al interior del relleno, con lo cual se incrementarán las tasas de generación de biogás (Municipio de León, 2017:24-27).

Para poder realizar el cierre se requiere un presupuesto aproximado de entre 70 y 80 millones de pesos para hacer el saneamiento del sitio, y un costo por encima de los 100 millones de pesos para realizar el cierre total del proyecto (Entrevista a consejero ciudadano SIAP, 2019). En 2019, el municipio no contaba con el recurso para el realizar el correcto cierre del SDF; sin embargo, el SIAP ha estado buscando obtener recursos provenientes de bolsas federales para lograr materializar el proyecto (imagen 5.2).

El cierre y clausura es por medio de licitación organizado por el SIAP en conjunto con la dirección de obra pública, debido a que es una dependencia descentralizada directamente del municipio. Para esto se generó un convenio para trabajar conjuntamente el proyecto y delegar responsabilidades. Una de las problemáticas a la cual se enfrenta La Reserva es que no existen empresas, o consultorías, que manejen el tema de los residuos, especialmente en cuestiones de cierre y clausura, lo que representa un elemento más a la complejidad que implica garantizar la NOM-083 para el cierre y clausura del SDF La Reserva.

Relleno sanitario El Verde

El Verde es un relleno sanitario que opera desde mayo de 2001, una vez que se deja de recibir RSU en el viejo tiradero de León La Reserva. El Verde cuenta con una infraestructura y obra de ingeniería acorde a la disposición final de los RSU con la finalidad de mitigar los impactos ambientales por medio de compactación, éste cuenta con un certificado bajo el requerimiento de la NOM-083SEMARNAT-2003, de acuerdo con esta NOM-083, el relleno sanitario se encuentra tipificado de tipo A por el ingreso mayor a 100 toneladas al día que éste presenta.

El Verde es gestionado por medio de Promotora Ambiental S.A. de C.V., empresa a la cual el municipio le otorgó la concesión para la disposición final de RSU del municipio de León. Esta empresa está facultada para la supervisión del sitio de acuerdo con el título de concesión y a la normatividad ambiental aplicable.

El SDF El Verde cuenta con 70 hectáreas (mapa 5.2), y de acuerdo con el estudio realizado en 2014 su vida útil estaba estimada hasta el 2025; pero, por la dinámica de la generación y gestión de los RSU en León fue que se le otorgaron 15 años adicionales de operación; la concesión únicamente era de 15 años comenzando en el 2001 y tendría que haberse terminado en 2016. Sin embargo, se entregó un proyecto donde la propuesta justificante para otorgar otros 15 años se basó en utilizar el espacio que hay entre las dos macro celdas, funcionando como pirámide invertida adicionando más capacidad de espacio para la disposición, permitiendo con ello prologar su vida útil. No obstante, en 2019 todavía se disponía de espacio en la macro celda 2 donde actualmente se están disponiendo los RSU.

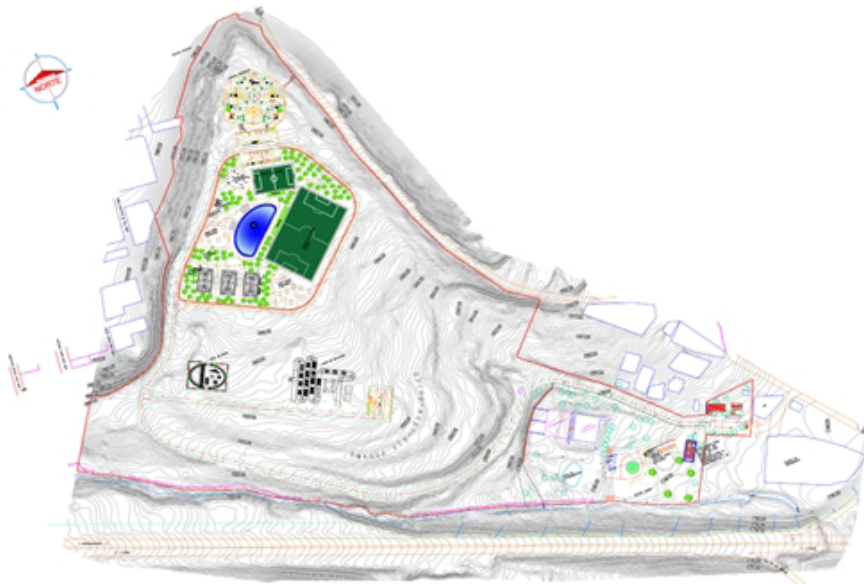
Las dos macro-celdas con que cuenta El Verde se manejan de la siguiente manera: la macro-celda 1 tiene espacio de 25 hectáreas al igual que la macro-celda 2; en la macro-celda 1 se manejaron 5 celdas con la capacidad de 5.4 millones de toneladas, en la macro-celda 2 se está trabajando con casi 10 celdas donde se tiene aproximadamente una capacidad de 3.8 millones de toneladas. La macro-celda 1 tuvo una vida de 9 años y dejó de operar en 2010 (Entrevista, 2019). En el caso del periodo de vida con la macro-celda 2 tiene que ver con la profundidad de la celda, habiendo dos formas de disponer los residuos, una es por área y la otra por trinchera, esta última es cuando se hace una excavación que permite hacer un estudio de la dinámica del suelo para saber la capacidad de carga, permitiendo conocer qué tanto se puede perforar para armar las celdas. Debido a esto puede variar la profundidad de cada celda. De acuerdo con el estudio de SIAP (2020), a 2019 se tenía contabilizado un ingreso acumulado de 7 762 052 millones de toneladas de residuos sólidos, con una vida útil de 11 años.

La caracterización de residuos en El Verde

De acuerdo con la norma NOM-083-SEMARNAAT-2003, se reciben solamente residuos sólidos urbanos, en este caso para El Verde hay un control a diferencia del que no se tuvo en La Reserva.

Existen varios filtros para la disposición de los residuos, en la caseta se registra la unidad con placas y origen del residuo; posteriormente pasa a la báscula donde se realiza otro filtro, se tienen que dejar datos no importando si es particular o municipal, se pesa la unidad (peso bruto); finalmente, en la

Imagen 5.2. Proyecto de cierre y clausura de La Reserva

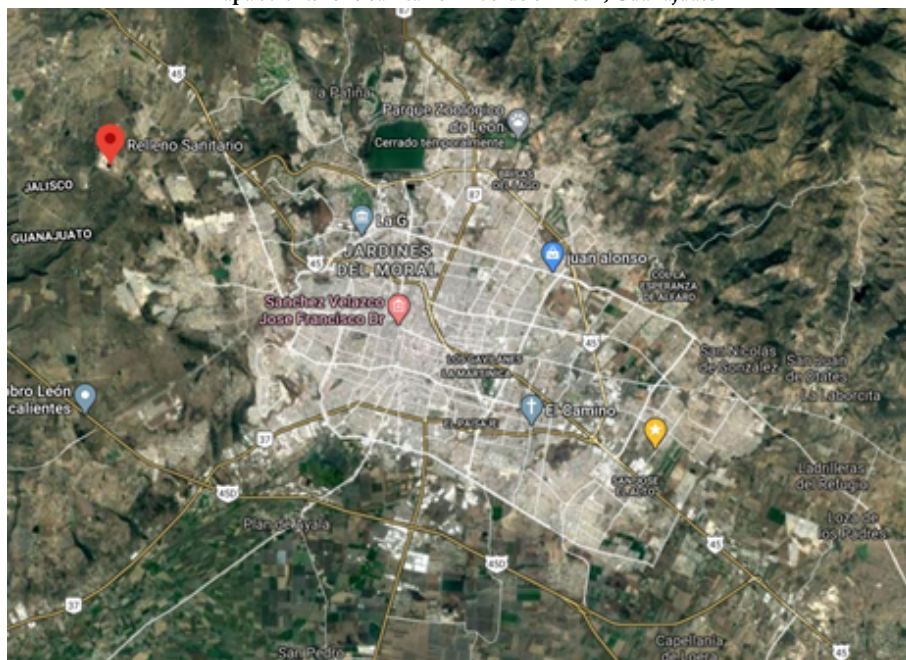


Fuente: Municipio de León (2017: sp)

parte de tiro hay vigilantes que pertenecen al personal de la empresa responsable (PASA) y también hay personas del municipio (del SIAP), vigilando la zona para verificar que no entren RME, como escombros o residuos peligrosos. De esta manera se presenta un mayor control respecto a los residuos que ingresan; no obstante, siguen entrando residuos del sector de cuero y calzado, solamente se recibe raspa y pelambre, aunque son tipificados RME, estos no conllevan ningún riesgo. Para que los residuos de un lugar, empresa, negocio, etc. sean considerados de manejo especial, tienen que rebasar las 10 toneladas por año (Entrevista, 2019).

El Verde cuenta con un supervisor por turno, vigilando las 24 horas, en las noches no entran camiones particulares, solo municipales. Se manejan horarios diferentes de recepción, en caso de los particulares se reciben de 7 a 15 hrs, para los servicios municipales los días de recepción son los lunes y martes de 7 a 19 hrs y del miércoles en adelante es solo hasta las 17:30 hrs; esto porque se necesita un tiempo para realizar las compactaciones del día y preparar la zona para el turno de noche, donde comienzan a ingresar a partir de las 23 hrs, de 18 a 19 hrs se mantiene cerrado para el cambio de turno de los basculistas.

Mapa 5.2. Relleno sanitario El Verde en León, Guanajuato



Fuente: Googlemaps

Respecto a lo que ingresa actualmente al relleno se tiene que entre el 75% y 80 % es residuo de tipo orgánico (Entrevista, 2019).

Uno de los residuos que se genera constantemente es el de las llantas. Actualmente siguen entrando neumáticos a El Verde, pero no se disponen, se pesan y se cobra una cuota por el acceso de este tipo de residuos, normalmente son empresas particulares quienes llevan el mayor número de llantas. Existe un área de separación, y cuando llega el programa llantatón se las llevan (capítulo 6).

En la macro celda 2 se dejó de enterrar llantas cuando comenzó el programa llantatón, aproximadamente en el año 2016. Cabe mencionar que se confinaban, pero la empresa PASA trabajó con algunas empresas privadas dedicadas a reutilizar una parte de las llantas; en ocasiones un tráiler desde Guadalajara se llevaba este residuo, lo que contribuye a que no todas las llantas permanezcan en El Verde. Desde 2010 se vienen realizando estas prácticas de separación y colocación de llantas para otros usos, aunque no era constante se realizaba dos veces al año el traslado de llantas a otro lugar.

Actualmente se tiene un registro de que ingresa un aproximado de 200 y 2,500 llantas al relleno, esto de acuerdo con el periodo del último llantatón (Entrevista, 2019).

El volumen de la generación de residuos

El ingreso de RSU a El Verde hasta 2015 era aproximadamente de 1,500 toneladas diariamente, a partir de 2016 se ha incrementado en 100 toneladas al día, teniendo actualmente un ingreso de 1,600 toneladas al día, de las cuales 1,200 son de origen domiciliario y el resto proveniente de particulares (Entrevista, 2019). En días normales, lunes a sábado, entran aproximadamente 250 rutas a descargar, mientras en días domingo apenas descargan 50 rutas, que son las que usualmente trabajan en la zona centro de la ciudad. Los lunes es cuando se registran los mayores volúmenes de RSU, en promedio entran hasta 2,000 toneladas mientras que en un domingo ingresan aproximadamente 200 toneladas (Entrevista, 2019).

Los meses con mayores volúmenes de ingreso a El Verde son los de temporada de lluvia, siendo agosto el mes más representativo, esto en comparación con el mes de abril que registra los menores ingresos en términos de volumen. Los meses agosto-septiembre no implican que se generen mayores volúmenes de RSU en las viviendas de León, sino que éstos pesan más por el agua que acumulan (humedad) asociado al periodo de lluvias, ya que guardan la humedad mientras esperan a ser recolectados (a fuera de las viviendas) por el servicio público municipal. La ausencia de una cultura que contraiga el compromiso social de sacar los residuos de la vivienda previo al recorrido de los camiones recolectores tiene implicaciones de tipo ambiental y económico. En este último componente, el municipio tiene que pagar más a las empresas concesionarias del servicio de recolección por el excedente hídrico presente en los residuos recolectados, así como también mayores pagos a la empresa concesionaria del relleno sanitario El Verde por la entrada de residuos humedecidos en los periodos de lluvia. En la parte ambiental se traduce en un mayor gasto energético para realizar las funciones de recolección, traslado y disposición final.

Como se mencionó anteriormente, en 2016 comenzó a subir el volumen entrante al relleno, una de las razones es el crecimiento poblacional y el desarrollo de nuevos fraccionamientos a los cuales se les debe dar servicio. Considerando el estudio del SIAP (2020), se estima que en León la generación per cápita de residuos está entre 0.6 y 0.8kg/persona/día (Municipio de León, 2013; SIAP, 2020). Si bien existe un crecimiento en el volumen total de generación de RSU, hay acciones que están aliviando la entrada al relleno sanitario El Verde. Programas municipales del SIAP como el llantatón, recopila, los residuos con valor, captación de vidrio, entre otros programas, se puede observar que han tenido resultados positivos, permitiendo

aplanar la curva de ingresos al relleno. Se considera que todos los programas, adicionales a la actividad informal de la pepena que realizan los recolectores urbanos, tienen un impacto de evitar la entrada al relleno El Verde en 100 toneladas en los últimos tres años (entrevista, 2019).

Hablando de recuperadores urbanos, el relleno sanitario no tiene permitido el acceso a estas personas; sin embargo, el papel de los recuperadores es fundamental entre el momento en que el ciudadano deja dispuesto los residuos de su vivienda, en la acera de su calle, y el momento previo a que el camión recolector realice la prestación del servicio municipal.

¿Qué pasa en el trance de la recolección? Un claro ejemplo es que se coloca la basura a fuera de la vivienda y aún no pasa el camión, la gente está separando la basura, ya sea cartón, PET, etc. porque sabe que va a pasar alguien y se lo va a llevar, contribuyendo a reducir la carga de lo que entra al relleno El Verde (Entrevista, 2019).

Actualmente la recuperación de residuos con valor no está garantizada por el municipio; si bien se ha logrado incidir en la disminución, no se ha logrado instituir una metodología para cuantificar los volúmenes recuperados desde cualquier instancia o actores, sirviendo esto de insumo para el diseño e implementación de estrategias encaminadas bajo la GIRS. Además de la pepena, que se realiza en la vía pública, hay ocasiones en que los recuperadores urbanos tienen mecanismos de recuperación de residuos con valor por tres vías: a) hacen acuerdos informales con las empresas, o pequeños negocios, como tiendas de abarrotes, e incluso con las picas, hablando de que ya no es solo recolección de RSU, sino también de residuos de manejo especial; estos acuerdos, aunque directamente afectan los mecanismos de comercialización del SIAP, aportan a evitar que sigan llegando ingresos al relleno; b) cuando los camiones realizan la labor de recolección el personal operativo en ocasiones separa y deja a los pepenadores aquellos residuos con valor, esto es otra selección que ya no entra al relleno; ya que, una vez que se compacta es imposible recuperar; y, c) los recuperadores urbanos se ponen de acuerdo con las colonias o fraccionamientos para que los residuos se los entreguen de manera segregada a ellos, o es el mismo SIAP, quien contacta a un recuperador urbano para que haga la recolección de residuos con valor en algún punto específico de la mancha urbana.

La báscula como instrumento de gestión: una herramienta ausente en la Reserva

El SDF el Verde realiza el pesado de las unidades dos veces, una de entrada y otra de salida, cuando entra el camión se toma un primer peso bruto, se registran los datos; el nombre del operador, el tipo de camión, si es de ruta o particular y placas. Ya depositados los residuos, a la salida se vuelve a pesar para sacar el peso neto complementando la boleta de datos, la original es entregada al operador, éste la firma y el SIAP se queda con dos copias, una para la empresa y otra para el municipio para poder realizar el corte.

La báscula es gestionada por la empresa PASA, el SIAP solo supervisa que opere correctamente. Esto último se hace por medio de las calibraciones, realizadas por una empresa certificada ante la EMA, dicha empresa entrega una calcomanía por año que va pegada a las básculas para certificar su correcto funcionamiento y evitar generar costos a los involucrados. En este sentido, la norma indica que tiene que ser una vez al año la calibración de la báscula.

Las problemáticas presentes en El Verde

SIAP (2020) muestra que existen múltiples problemáticas asociadas en la gestión del relleno sanitario El Verde, lo que tiende a generar aspectos negativos de tipo ambiental principalmente. A continuación, se enlistan los sustanciales puntos detectados con elevados riesgos laborales, además de los ambientales:

- En 2019, los residuos sólidos se estaban depositando en la zona ya clausurada, esto se debió a que la geomembrana utilizada para la impermeabilización de la nueva celda presentó un desperfecto en la soldadura, lo que ocasionó el desprendimiento de esta.
- Se pudo observar afloramientos de lixiviados en varias zonas del sitio, que no se canalizan a la planta de tratamiento de lixiviados.
- Estos afloramientos se encontraron en la parte alta del sitio, lo cual en temporada de lluvias pueden mezclarse con el agua de lluvia y llegar a las partes bajas del sitio, o bien, a zonas donde no se cuentan con impermeabilización, originando la contaminación del suelo por infiltración de dichos lixiviados.
- Otra mala práctica que se pudo detectar es la nula delimitación de una zona de descarga exclusiva para vehículos de descarga lenta, lo cual origina retrasos en la descarga de residuos de los demás vehículos recolectores.

-
- Patio de maniobras y zona de descarga en condiciones pésimas, nótese la cantidad de lodo, lo cual genera problemas de maniobra para los vehículos, ocasionando retrasos y complicaciones en el frente de trabajo.
 - Aunque el patio de maniobras y la zona de descargar cuenta con bandereros, estos no realizan su trabajo de manera correcta, ya que se puede observar que vehículos recolectores descargan en completo desorden, lo cual podría generar incidentes graves.
 - Se observó, algunos pozos y las conexiones de la red de biogás expuestos a la intemperie, esta situación ocasiona el desgaste prematuro y su vida útil de las piezas, mangueras, etc., disminuya de forma importante, lo que podría generar que el biogás se fugue por estas piezas y se emitan a la atmosfera, además de perder presión en la red (SIAP, 2020: sp).

Los costos de El Verde

El costo asociado a la disposición final de los RSU del municipio de León le compete a la Dirección General de Medio Ambiente. Paga por tonelada a PASA para la gestión de la disposición y confinamiento de residuos. Las tarifas entre 2019 y 2020 han variado 3%, al pasar de \$92.62 a \$95.4 pesos por tonelada, lo que equivale a un costo aproximado de \$43.7 millones de pesos para 2019 y un proyectado de \$47.1 millones de pesos para 2020, esto considerando las 472,486 toneladas que se generaron en 2020 (Ramos, 2020).

La generación de energía eléctrica a partir de biogás en El Verde

A casi una década de vida del relleno sanitario El Verde, en 2009, se tenía información que éste producía 500 metros cúbicos mensuales de lixiviados y 1,500 metros cúbicos por hora de biogás con estimaciones de generación de metano de 56% (PASA, 2010). Esta información sirvió de insumo para proceder a implementar un proyecto de eliminación de gases, aprovechando los bonos de carbono del protocolo de Kioto, dando en 2009 paso a la instalación del evaporador de lixiviados con capacidad de 20 mil litros diarios de evaporación, esto como parte de una primera etapa de un proyecto integral de generación de energía eléctrica a través de biogás para el municipio de León. En la segunda etapa, se incorporó el quemador de biogás con capacidad de 5,400 metros cúbicos por hora, que implica 27 pozos conectados a una red de 5.2 kms de tuberías. Dentro de los beneficios ambientales de estas primeras dos etapas se definió

Imagen 5.3. Central LFG León de S. de R.L. de C.V.



Fuente: José Castro, AM León (2019)

la reducción de 170 mil toneladas de dióxido de carbono (CO_2) al año, control de olores, prevención de incendios y explosiones, así como la destrucción entre 98 y 99% del metano producido en El Verde (PASA, 2010).

En 2019, después de cuatro años de anunciada la tercera etapa, el SIAP logró concretar el proyecto de generación de energía eléctrica a partir del biogás que se ha generado dentro de las macro celdas del relleno sanitario; esto como resultado de la participación del sector privado a través de la subsidiaria LFG de PASA (México) e HIDROSAN (Chile) que constituyen el proyecto Central LFG León de S. de R.L. de C.V. (imagen 5.3). El título que tiene esta obra es de concesión a un plazo de 20 años.

Para este proyecto se invirtieron 140 millones de pesos en la construcción de la Planta Generadora de Energía Eléctrica “Alberto Santos González,” la cual aprovecha toda la entrada de residuos orgánicos que genera biogás que ahora sirve de insumo para producir 2.8 mega watts de energía eléctrica, electricidad empleada para el alumbrado público de 28 mil luminarias en la ciudad de León (25% del total de luminarias de la ciudad) (Gobierno de Guanajuato, 2019).

Esta planta tiene como objetivo impactar ambientalmente en la disminución de entre 30 y 35 mil toneladas anuales de dióxido de carbono (Gobierno de Guanajuato, 2019). El proyecto también impacta en el ahorro financiero del 12% de lo que usualmente paga el municipio de León a CFE (Velázquez, 2019), aunque el negocio de LFGC León consiste en el compromiso que tiene por parte del municipio de adquirirle toda la energía eléctrica producida.

Conclusiones

El tema de los espacios para la disposición y confinamiento de los RSU es, sin dudas, uno de los puntos esenciales dentro de la GIRS. Contar con infraestructura, recursos técnicos, humanos y financieros es trascendental para garantizar la actual NOM-083-SEMARNAT-2003, que establece las condiciones necesarias para una adecuada gestión de esta etapa final de los residuos que se generan en la sociedad mexicana. En el caso específico de León, se ven avances significativos con su más reciente relleno sanitario; pero también, arrastra una gama de asignaturas pendientes con el viejo tiradero, La Reserva, que pone en riesgo los objetivos ambientales que se ha planteado el SIAP.

Por un lado, La Reserva como se pudo observar es un pasivo ambiental que mantendrá dicho estatus mientras no se asuma el compromiso financiero, independientemente del orden de gobierno, para garantizar los recursos que garanticen su cierre y clausura como conviene la NOM-083-SEMARNAT-2003. Este espacio, si bien está siendo controlado por el SIAP, no garantiza que esté libre de diversos riesgos ambientales y afectaciones en materia de salud pública mientras no se realice la correspondiente clausura. Especialmente por la caracterización de residuos que presenta, entre ellos residuos de manejo especial provenientes de la industria de la curtiduría, los cuales, por más de 15 años fueron dispuestos en dicho SDF con la ausencia de los procesos que actualmente solicita la norma.

La Reserva mantendrá una invisibilización presupuestaria mientras no se presente algún accidente que la coloque en la mampara de lo mediático y de la construcción de una opinión pública negativa, orillando a las autoridades a asignarle una partida presupuestal para ejecutar el actual proyecto de clausura. Sin dudas, La Reserva representa un típico ejemplo del menosprecio ambiental gubernamental que lo rezaga en la escala de prioridades, obligando al SIAP a gestionar paliativamente un espacio peligroso para los leoneses.

En el caso del SDF El Verde, éste es un relleno sanitario que cumple la NOM-083, al ser un proyecto desarrollado en el nuevo milenio. Como se mostró, El Verde es un espacio donde se gestiona la disposición y confinamiento final de RSU de la ciudad de

León, se tiene controlado el sitio y se ha logrado ampliar el periodo de vida del relleno por 15 años más, esto principalmente, por la reducción en la tendencia creciente de ingresos de RSU al relleno, y por la aprobación de una tercera macro celda, de tipo piramidal, que permitirá prolongar la vida útil del SDF. No obstante, hay que señalar que El Verde presenta múltiples problemas como evidencia SIAP (2020), y que requieren de la amplia supervisión y sanción del SIAP como ente regulador para garantizar una gestión acorde a la NOM-083 por parte del gestor PASA.

Se han dado pasos importantes en materia de disposición y confinamiento de RSU en León, pasando de un tiradero a cielo abierto a un esquema de relleno sanitario que cumple con la norma. El SIAP avanza, no tan rápido como sería lo deseable, en disminuir el ingreso de toneladas al relleno El Verde, así como en aprovechar la biomasa en forma de biogás que se produce para la generación de energía eléctrica. El logro de la Central LFGE León, en 2019, representa un avance significativo que incorpora a León como una de las 8 ciudades en todo el país que cuentan con una planta generadora de electricidad a partir de biogás, siendo la planta de León la segunda en capacidad de generación y que además la inserta en la lógica de Economía Circular que es tan recurrida actualmente. Sin embargo, queda claro que la forma de gestión de RSU por parte del SIAP y sus participantes se dan bajo una lógica mercantilizadora, dado que ahora los residuos orgánicos serán la principal fuente de generación de electricidad para el proceso de acumulación de capital del sector privado, el cual tiene garantizado el mercado con el compromiso del municipio de adquirir toda su producción. En este sentido, la participación del ciudadano se está perfilando exclusivamente de generador de RSU para sostener este proceso de valorización de residuos, cuyos beneficios económicos serán capturados por terceros bajo la lógica de Economía Circular.

Contraria a esta lógica impulsada de mercantilización de los residuos, el SIAP debería promover formas de participación ciudadana, a través de una educación ambiental radical, que deconstruya la cultura del consumismo y motive conductas responsables con el ambiente por parte de los leoneses, además de crear condiciones para jerarquizar el componente ambiental en la agenda municipal, estableciendo que las políticas municipales respeten la cuestión ambiental, y dejen de subsumir al SIAP como el ente que debe ajustarse a la lógica economicista impuesta en León.

6. ACCIONES MUNICIPALES PARA REDUCIR EL INGRESO DE RESIDUOS SÓLIDOS AL RELLENO SANITARIO EL VERDE

Introducción

Uno de los múltiples retos que enfrenta la gestión de RSU en el municipio de León es la ausencia de un sistema de información que permita monitorear los RSU desde su origen hasta su disposición y confinamiento final. De momento, el SIAP no cuenta con el dato real de la cantidad total de RSU que se generan anualmente en el municipio, se dispone únicamente de información respecto a la cantidad de toneladas de residuos que ingresan al relleno sanitario como parte de la recolección domiciliaria, comercial, así como de particulares que disponen en El Verde; sin embargo, ese dato es proporcional, lo que limita la posibilidad de dimensionar el volumen total real de RSU generado en León y con ello elaborar programas puntuales orientados a disminuir la generación de RSU mediante la prevención, en vez de enfocarse en la reducción en la entrada de RSU al SDF El Verde.

Actualmente, el SIAP genera información sobre las toneladas de residuos con posibilidad de valorizarse a partir de la recolección diferenciada, datos que dispone de la implementación de sus distintos programas que buscan reducir el volumen de ingresos a El Verde. Si bien, queda suelta la información respecto a la cantidad de residuos valorizables que compilan los recuperadores urbanos, lentamente el SIAP va integrando pautas para tener información con la cual tomar decisiones para diseñar estrategias paliativas orientadas a cubrir la perspectiva de la GIRS.

En este sentido, el objetivo del presente capítulo consiste en recuperar las acciones emprendidas desde el SIAP para incidir en la disminución del volumen de residuos que ingresan al relleno. Estas acciones desde la paramunicipal sí bien son de impacto ambiental, tienen en realidad un trasfondo económico, dado que por cada tonelada recolecta, trasladada y confinada implica para el SIAP un cargo económico a favor de las empresas concesionarias que tienen en sus manos los servicios de recolección, traslado y disposición final. Considerando que el SIAP opera con recursos públicos limitados, las estrategias que logre consolidar serán de suma importancia para la salud financiera del organismo, además de los beneficios ambientales. Pero, además, dichas acciones que fomentan el ahorro pueden contribuir a formas adicionales de ingresos para la paramunicipal con la comercialización de los residuos recuperados. El capítulo muestra la relevancia de las acciones desarrolladas por el SIAP, y muestra los avances que viene emprendiendo el organismo; sin embargo, también, como parte de las conclusiones, se destaca que los canales de comunicación deberían orientarse más en la prevención que en la separación y aprovechamiento de residuos valorizables, con ello se eliminará la posibilidad de erogar pagos e impactos ambientales para sumar a la sustentabilidad, tanto, del ambiente, como en el aspecto financiero del SIAP.

Programas de separación

León está organizado en tres zonas de recolección de residuos: Zonas A, B y C. GISA es la empresa que tiene la concesión para recolectar en la Zona A del municipio, en el caso de las Zonas B y C la empresa encargada es PASA. La zona A es donde se concentra la población con el nivel socioeconómico más alto, y, por tanto, donde se genera una mayor cantidad de residuos de tipo inorgánico, mientras los residuos en las zonas B y C son más de tipo orgánico, con aproximadamente un 80% (Entrevista SIAP, 2019).

Los residuos inorgánicos, considerados como aprovechables y valorizables, son los de principal interés para el SIAP. Estos son los que se promueve desde la dependencia que la gente comience a separar y a disponer en centros de recolección, y con ello evitar su ingreso al relleno como disposición final. Entre los residuos que se trabaja para su aprovechamiento como insumo para ser procesadas en otras cadenas productivas son neumáticos, electrónicos, pilas y vidrio; pero son los inorgánicos ligeros como el HDPE, PET, cartón y aluminio los considerados como valorizables (imagen 6.1).

Imagen 6.1. Programas de separación de origen de RSU



Fuente: SIAP (2020)

Es precisamente este último tipo de inorgánicos en los que el SIAP se ha concentrado para construir un hábito orientado a la separación de origen en la población y tener un aprovechamiento mediante el reciclado. El objetivo esencialmente consiste en crear una cultura de la separación, más que de la prevención por parte de la ciudadanía, y que junto con la labor de los recuperadores urbanos (antes conocidos como pepenadores) conduzca a impactar en la disminución de la entrada de residuos de tipo inorgánico al SDF El Verde, contribuyendo de manera financiera (ahorro) y ambiental al municipio. A continuación, se describen cada uno de los programas implementados por el SIAP en el cierre de la década y que están contribuyendo a la reducción de ingresos para prolongar la vida del SDF.

Residuos con valor

En el programa “Residuos con valor” el SIAP acude a diversas colonias de la ciudad de León cada semana, en algunas colonias la atención se programa con una visita al mes; el objetivo del programa es lograr que el ciudadano separe sus residuos de origen; iniciar a difundir y fomentar una cultura de separación. A cambio el SIAP les proporciona utensilios de cocina por los valorizables entregados; el fin es conseguir que la gente separe los residuos considerados de valor, tanto para mejorar su entorno, como para contribuir a reducir el ingreso de residuos al SDF.

En julio de 2019 se habían realizado 40 eventos he intervenido en las colonias “Villas de San Juan”, “Valle de Señora”, las “Joyas”, “Lomas de Medina” y “Valle de San Bernardo,” en dos colonias actualmente el programa ya es permanente. El piloto del programa inició en noviembre de 2018, en coordinación con la Dirección de Gestión Ambiental, proporcionando esta última planta “nochebuena” para el canje de residuos con los vecinos en dichas colonias, obteniendo buena respuesta por parte del ciudadano.

De enero a julio de 2019 se habían recolectado aproximadamente 400 kg de residuos, entre los principales materiales recolectados se encontraron PET, cartón, vidrio y HDPE. En 2019 el SIAP no colaboró directamente con la Dirección de Gestión Ambiental, pero independientemente se procedió a la compra de insumos para armar *kits* de cocina que la gente ha recibido bastante bien. El programa se ha sostenido, aunque falta un mayor alcance y proyección. De noviembre de 2018 a julio de 2019 se han atendido 26,000 personas a través del intercambio de residuos por productos con valor ofrecidos por la SIAP (Entrevista SIAP, 2019).

Este tipo de acciones han contribuido a desarrollar un nuevo comportamiento en la separación y aprovechamiento de los residuos en estas colonias; no obstante, el programa no ha logrado consolidarse, de igual forma falta mapearlo para conocer el impacto real del programa para poderlo replicar en otras colonias.

Red de recuperadores urbanos

Una fórmula que se toma en muchos países, México entre ellos, es reconocer la labor de los denominados pepenadores o, como el SIAP los ha denominado para redignificar esta labor, “Recuperadores Urbanos”. Estos recuperadores urbanos han encontrado un reconocimiento social a su labor en la última administración municipal (2015-2021), el cual es un trabajo voluntario no remunerado, pero que actualmente es sancionado socialmente porque una fracción de ellos siguen teniendo prácticas inadecuadas a la hora de llevar a cabo su trabajo de segregación de residuos en la vía pública, como romper bolsas, dejarlas abiertas o esparcir residuos cuando separan los valorizables; así como por existir una percepción social negativa hacia ellos con temas de delincuencia e higiene.

El SIAP integró una red de recuperadores urbanos, capacitando a los interesados para tener prácticas correctas que eviten generar malestar en el ciudadano; sin embargo, sigue faltando información y capacitación a la ciudadanía como parte de un programa conjunto que permita la entrega a los recuperadores urbanos de aquellos residuos valorizables separados previamente de los orgánicos en cada

vivienda de León, sin necesidad de que el recuperador esté abriendo bolsas y escarbando en las mismas. De esta manera el SIAP plantea un avance en materia social, sin ser esto una solución de fondo para estas personas en el ámbito de su economía.

La labor de los Recuperadores Urbanos es importante como objetivo del SIAP, bajo el planteamiento de lograr que ingresen menos residuos al relleno sanitario y para prolongar la vida útil del mismo, con el efecto colateral de reducir la carga económica por la disposición final de residuos y de su recolección; el cálculo del SIAP respecto a la presencia de recuperadores dentro de la mancha urbana en 2019 es de aproximadamente 1,500, los cuales individualmente llegan a recuperar diariamente entre 40 y 50 kgs de residuos valorizables, lo que puede constituir anualmente el 6% del total de residuos domésticos (Entrevista SIAP, 2019).

En ese mismo año, el número de Recuperadores Urbanos registrados en el programa era de 157 aproximadamente. El SIAP le otorga a cada nuevo recuperador que se registra en su padrón un chaleco, una gorra y una credencial que los identifica como parte de la Red de Recuperadores Urbanos capacitados por el SIAP. En entrevista a personal del SIAP en 2021 se indicó que el tema de la pandemia por Covid-19 generó un incremento significativo en las personas dedicadas a la pepena, un dato estimado señaló que más de 2,000 personas estaban realizando esta labor como una forma de generar un ingreso inmediato frente al reto del desempleo que causó el estado de pandemia.

El programa de separación de residuos implica para el SIAP varias líneas de acción. Uno de ellos es la de los recuperadores urbanos, la segunda línea de acción es aquella en donde los recuperadores no pueden ingresar en fraccionamientos con control de acceso, fraccionamientos cerrados y no les permiten el acceso principalmente por cuestiones de seguridad. En este sentido, SIAP está trabajando con casi 200 fraccionamientos cerrados de la ciudad, y algunos son condominios verticales que se han sumado a la separación de sus residuos, permitiendo a el SIAP acopiar residuos ya separados. También sucede el caso en que la paramunicipal se coordina con algún recuperador urbano para señalarle el fraccionamiento al que puede pasar a recolectar lo separado previamente por los colonos.

La intervención con los fraccionamientos cerrados consiste en que el SIAP realiza la promoción con los colonos de los fraccionamientos, se da una capacitación a los habitantes, una reunión en donde se les explica qué tipo de residuos debe ir en orgánicos e inorgánicos, pero no cualquier inorgánico, sino inorgánicos aprovechables. Este programa de separación inició a mediados de 2016. En julio 2019 participaban 200 fraccionamientos en la separación de residuos. El nivel de participación entre fraccionamientos intervenidos se encuentra entre el 37 y 40%.

Se les informa a los interesados que un día a la semana, específicamente los miércoles, pasa una unidad especial de recolección de valorizables.

Una vez recolectados los valorizables, el SIAP los clasifica según el tipo de material, se acopia hasta tener una cantidad considerable y posteriormente se venden. El SIAP no procesa nada, simplemente lo vende en las condiciones que lo recibe. De enero a mayo de 2019 los datos indican una recolección de 121 toneladas, mientras en 2018 fue una recolección de valorizables de 250 toneladas. Este programa no solo permite tener un final alterno para los residuos en vez de su confinamiento en el SDF El Verde, y adicionalmente, genera un ahorro al no incurrir en los costos de recolección ni de confinamiento, sumado a un ingreso por la venta del valorizable en los centros de acopio, además de que permite ir estableciendo las bases para una Economía Circular en el tema de los materiales para reciclaje.

Respecto al mercado de los valorizables éste es muy variable, depende mucho de los precios de las materias primas vírgenes, el cartón rondó entre \$2 y \$2.80 para 2019. Igual sucede con el PET y el aluminio, cuyos precios están variando constantemente, pero para el 2019 el precio estimado fue de \$2.50 por cada kilo en general de cualquier tipo de material. Considerando 2019, se tiene que el valor ingresado a el SIAP por la venta de valorizables fue de 302,500 pesos, esto sin contar con los costos de recolección y disposición en los centros de acopio en que incurre el SIAP que están contemplados entre el 40% y el 50% (Entrevista SIAP, 2019).

Llantatón León

Un proyecto con alta trascendencia para el SIAP es el acopio de neumáticos. El llantatón es un proyecto que ha sido muy exitoso dado que busca que las llantas tengan un destino final alterno al relleno sanitario, evitando incurrir en elevados costos para el SIAP dado el pago a PASA por el ingreso de neumáticos que se enterraban junto con el resto de los residuos en el SDF, en este sentido, desde 2017 se ha logrado reducir el ingreso de neumáticos para su disposición final.

La acción conjunta entre SIAP, jurisdicción sanitaria, Dirección de Medio Ambiente Municipal, Protección Civil y Pirelli, han permitido convocar a los ciudadanos a que recolecten las llantas que se encuentran tiradas en el espacio público, en lotes baldíos, arroyos, o que tienen en sus casas, para darles un destino final adecuado, evitando ser focos de riesgo sanitario en la ciudad.

En el llantatón 2019 se recolectaron 24,900 llantas, esto de los 450 mil neumáticos que se desechan anualmente en el municipio, es decir, apenas el 5.5% del total, representando un peso aproximado de 190 toneladas. Esto no quiere decir que el

resto de los neumáticos se encuentren diseminados por la ciudad, muchos llevan un curso diferente a como se debe de manejar este RME, algunas se encuentran en las vulcanizadoras que hay en la ciudad y muchas pagan porque se confinen en algún sitio especializado para neumáticos, que son muy raros en Guanajuato y usualmente se trasladan a otros estados de la república; no obstante, SIAP señala que es seguro que ya no entran los neumáticos al SDF para su confinamiento. En 2019 se trasladaron los neumáticos acopiados a una planta de cementos Cruz Azul en el estado de Aguascalientes, y ahí se utilizan como combustible (Entrevista SIAP, 2019).

Pirelli contrató en 2019 el traslado de llantas a la cementera de Aguascalientes desde León. El SIAP se encargó del acopio en aproximadamente 70 centros de salud en la ciudad, coordinándose con promotoras que trabajan con la ciudadanía; ahí se acopian las llantas y se llevan al zoológico de León para posteriormente movilizarlas en tráileres hasta Aguascalientes. En 2019 fueron 21 viajes en tráiler, financiados por Pirelli. En 2016, primer año del llantatón, también colaboró Michelin, pero en 2018 y 2019 sólo Pirelli (Entrevista SIAP, 2019).

El SIAP busca consolidar este programa y promover la iniciativa de los mismos vulcanizadores con un programa similar. En donde cada locatario de este tipo de negocio pague por cada llanta que desea disponer, una tarifa que ya deberían de aplicar a toda persona que esté dejando sus neumáticos a disposición, con un costo estimado que no sobrepase los 15 pesos por llanta, y con ello se elimina un gran problema para los vulcanizadores, para la ciudad, y para el medio ambiente, permitiendo con ello reducir los múltiples riesgos asociados con la dispersión de neumáticos (Entrevista a personal SIAP, 2019).

Recicla tu vidrio

El programa de recuperación de vidrio inició en 2018. El SIAP empezó a recolectar pequeñas cantidades de vidrio, principalmente con los mayores generadores de este tipo de material que son bares, cantinas, restaurantes y hoteles de la ciudad. El vidrio no lo recogen los pepenadores porque es un material muy pesado, peligroso y porque es de baja remuneración para ellos por parte de los centros de reciclaje, con tan solo 50 centavos de peso por cada kilo (Entrevista SIAP, 2019).

Con un diagnóstico previo sobre la situación del vidrio en el municipio, el SIAP encontró que en León se generan 30 mil toneladas de vidrio por año, cantidad que ingresa en su gran mayoría al SDF El Verde. Bajo esta información se planteó recuperar el vidrio y elevar su recolección para evitar su entrada al relleno para disposición final. La escala de inicio del proyecto fue de bajo perfil en 2019,

pero con la expectativa de crecimiento en la recolección de este residuo. Anterior a 2019 no había estrategia alguna y simplemente se enterraba junto con el resto de todos los residuos; actualmente se recupera una tonelada diaria de vidrio en los establecimientos mencionados, es decir, apenas el 1.2% de lo que se genera anualmente (Entrevista SIAP, 2019).

El programa consiste en colocar un contenedor especial para vidrio, y una vez a la semana se recolectan las botellas que generan todos los restaurantes y bares, especialmente de la zona centro. La SIAP recoge los barriles con las botellas, deja otros vacíos y se vuelve una mecánica. Dentro del SIAP se separa por colores; ámbar, verde y cristalino, hay dos tipos de verde y de azul, se hace esa clasificación por colores y después se tritura. Se llenan barriles con esos vidrios ya separados y triturados para comercializarse. Actualmente se cuenta con un comercializador de vidrio que adquiere el material del SIAP, y también tiene convenios con otros bares, trasladando el material a Querétaro a una planta recicladora de vidrio donde se puede reciclar para otros procesos productivos (Entrevista SIAP, 2019).

El programa ha tenido muy buena recepción dentro de los restauranteros, se considera como una contribución con el municipio y para el medio ambiente; adicionalmente, el SIAP emite para ellos una carta donde certifica que efectivamente las botellas se destruyeron, misma que Secretaría de Hacienda les exige como parte del proceso de evidencia de destrucción de las botellas vacías posterior a su consumo, esto para evitar la comercialización de bebidas adulteradas.

Separación de valorizables en eventos

Es un programa de aprovechamiento de separación de residuos que realiza el SIAP en todos los eventos que se organizan en la ciudad, hay unos eventos que son masivos y generan elevadas toneladas de residuos. El mayor evento en la ciudad es la Feria de León, en dicho evento acuden cerca de 6 millones de personas en total, y es prácticamente el evento que más residuos genera al año. El segundo evento de impacto es el Festival del Globo, en el cual acuden cerca de medio millón de visitantes. Adicionalmente se tienen otros eventos como el Moto-Fest, el rally, el día de la raza, el día de las madres, entre otros.

El SIAP cubre gran cantidad de eventos en la ciudad desde circos, eventos religiosos y convocatorias de diversa índole. En cada evento el SIAP recolecta y separa los residuos para su aprovechamiento como valorizables. Cada evento en la ciudad representa para el SIAP una fuente doble de ingreso, por un lado, ingreso por contratación de eventos para la disposición de los residuos, y por el otro, la venta de valorizables una vez separados los residuos después de cada

evento. Por mencionar un ejemplo, la Feria de León 2019 dio para la valorización de 70 toneladas de residuos, lo que representa 8% de lo generado en residuos totales, donde los valorizables dieron una entrada al SIAP de 175 mil pesos (Entrevista SIAP, 2019).

Programa Recopila

Uno de los residuos con mayor impacto ambiental en las ciudades es el descarte de baterías. Las pilas, como se conocen habitualmente, tienen elementos muy tóxicos como mercurio, plomo, cadmio y zinc, que de no propiciarse una disposición final adecuada tienden a generar graves afectaciones al ambiente y a la salud.

Las pilas son un residuo de manejo especial que pueden adquirir la categoría de residuo peligroso en caso de no recibir el tratamiento de disposición final adecuado, debido a su contacto con los mantos de agua. Una vez agotada la energía de la batería, ésta no adquiere inmediatamente la tipificación de residuo peligroso. El desarrollo del programa Recopila tiene como objetivo darle un manejo adecuado para evitar que se convierta en residuo peligroso.

En la ciudad de León se estima que se generan 30 toneladas mensuales de pilas. El SIAP recupera poco más de una tonelada al mes, evidenciando una fuerte brecha en la recolección de RME, así como la falta de mayor participación ciudadana para garantizar su disposición final correcta (Entrevista SIAP, 2019).

Respecto a este programa, el SIAP tiene contrato con una empresa para la recolección de baterías de cualquier tipo, que se acopian y se trasladan a un lugar de confinamiento exclusivo para este tipo de materiales.

Actualmente hay más de 300 centros de acopio de pilas en la ciudad, con prácticamente todas las tiendas OXXO participantes en este programa, donde se deja un pequeño contenedor para recuperar pilas, además de muchos lugares donde la gente las puede disponer. Hay una ruta que recorre todos los días los centros de acopio, las pesa, y entrega un reporte a el SIAP para posteriormente trasladarlas a un lugar de confinamiento en Salamanca, Guanajuato (Entrevista SIAP, 2019).

Conclusiones

Los programas que ha desarrollado el SIAP en la segunda mitad de la década se han enfocado esencialmente en atender el tema de la reducción de la entrada de RSU al SDF El Verde. Los programas de recién creación se vienen implementando

de forma transversal entre los grandes generadores de RSU, desde los domésticos hasta los usuarios industriales y comerciales. Los mismos ya reflejan resultados positivos a través del control de la medición de los mismos, aspecto que también contribuye para la identificando áreas de oportunidad que sumen a incrementar la escala, o bien, a desarrollar nuevos proyectos que aporten a reducir la entrada al SDF. No obstante, se nota que el SIAP está dejando fuera el tema de la prevención de origen, es decir, los programas se están concentrando en acciones posteriores a la generación de residuos, pero no en su prevención y en un trabajo de fondo con los diferentes actores para cambiar realmente prácticas desde cada sector que genera residuos. Por ejemplo, en el generador doméstico faltan acciones en talleres de capacitación y educación ambiental que establezcan cambios a nivel de la vivienda, reduciendo el consumo de aquellos productos que deriven en la generación de RSU, cuestionando y exigiendo el cambio en la presentación de muchos productos cuyo consumo implican actualmente empaques que generen carga ambiental al municipio, así como la separación y tratamiento de residuos dentro de la vivienda, tal como son los residuos orgánicos los cuales se pueden tratar a nivel de vivienda con elaboración de composta, y la separación de residuos cuya selección de aquellos RSU valorizables sean entregados de forma directa a los recuperadores urbanos. En este mismo aspecto de la prevención, hay una ausencia de incidencia en la colaboración con el sector privado, misma que motive el cambio de empaques y embalajes de los productos por aquellos de responsabilidad socioambiental, además de ampliar el compromiso de los productores y comerciantes a la fase de pos-consumo de sus productos con la recuperación de empaques.

El SIAP avanza en materia de recuperación, pero se requiere una estrategia inclusiva y de mayor escala, desde una prevención que se refleje con la menor generación total de RSU. El cambio de paradigma del crecimiento económico ilimitado y la ausencia de responsabilidad compartida son los mayores retos para el SIAP, frente a su horizonte de avanzar en la pauta establecida por los ODS.

CONCLUSIONES GENERALES

La gestión de RSU en León tiene como contexto un SIAP que en 2019 cumplió una década de su constitución como organismo encargado de la gestión de residuos a nivel municipal. Le ha tocado emprender acciones tardíamente para atender problemáticas previamente generadas a su aparición en el siglo XXI, especialmente enfrentar las implicaciones que impone la cultura de la sociedad de consumo ampliamente consolidada, la cual coloca lo material y el disfrute individual por encima de lo ambiental. En este sentido, León presenta asignaturas pendientes en lo que respecta a la LGPGIR de 2003, hállese, por ejemplo, de mecanismos de educación ambiental y prevención a todos los actores, la incorporación de una estación de transferencia, una planta de segregación de RSU, una estrategia de recompensas para los recuperadores urbanos, pero en especial, una mayor capacidad para incidir en las políticas del desarrollo abogando por el cambio de paradigma dominante centrado en el crecimiento económico por uno de la satisfacción de necesidades, el ahorro y el cuidado del medio ambiente. Es decir, el SIAP tiene el reto complejo de atender un problema de una gestión de RSU inmersa en la lógica capitalista basada en el modelo de crecimiento económico ilimitado, le toca la magna tarea de impulsar cambios para moverse de una sociedad *de* mercado a una sociedad *con* mercado, dejando a tras el modelo de la economía lineal que predomina en León para establecer las bases de una economía integrada que actualmente se requieren ante la demanda internacional de los ODS y del panorama de cambio climático.

La realidad que le atañe actualmente a la paramunicipal es cerrar la brecha social, ambiental, económica y cultural que existe en la GIRS, lo que implica el

desarrollo y abordaje de múltiples estrategias vinculadas con diversos actores e instituciones, pero sobre todo de la voluntad política de los actores locales y regionales, las cúpulas empresariales, para emprender cambios hacia por lo menos plantear una EC, y esperando en el mejor de los casos, consolidar una economía de la prevención como lo establece la EE, esto como esfuerzo para cerrar la brecha en la que actualmente se encuentra el SIAP.

De momento, el organismo se encuentra en un nivel micro de incidencia con énfasis en un proceso de recuperación de residuos a través de la valoración de estos. Los programas emprendidos son recientes y poco a poco van tomando rumbo en su incidencia para reducir el volumen de RSU que está ingresando al SDF. Sin embargo, el SIAP no está colocando atención en programas de prevención en la generación de RSU a nivel de productores ni consumidores, aspecto que realmente incide de fondo en reducir la generación en vez de tratar la separación, siendo esta última una estrategia paliativa con resultados limitados. El propio director del SIAP hasta 2022 reconoció el lento avance en la recuperación de RSU valorizables desde el propio SIAP que se insertan en sub-cadenas de valorizables. Este bajo nivel de incidencia del SIAP resulta del fuerte anclaje que tiene ante la demanda de cubrir las necesidades de una ciudad sin cultura ambiental, sumado a la imposibilidad de plantear de manera conjunta un programa general de la generación de residuos en coordinación tanto con el sector privado, gobierno y ciudadanía que basados en una educación ambiental radical incida en reducir este problema ambiental. Estas barreras externas son el principal componente para encausar una nueva dinámica y cultura de RSU. No obstante, no se puede descartar que esta influencia micro dentro del SIAP está sumando en dar pautas para generar bases dentro de una EC que dan los pincelazos hacia una sustentabilidad débil, y un avance hacia el cumplimiento de los ODS al 2030, mismo que si bien no es lo deseable si resulta necesario encaminar, esto con la participación que posteriormente dé espacio a una cultura de la prevención en vez de la separación.

Para ir transitando hacia este mínimo que es la EC, el SIAP debe contribuir a generar y promover las cadenas de valor involucradas en el aprovechamiento de los residuos, de tal manera que se propicien inversiones para motivar nuevos procesos productivos en el ámbito de los RSU. En este momento los programas de separación del SIAP respecto al vidrio, el llantatón y recopila deberían representar una fuerte oportunidad para incentivar aquellas inversiones financieras y productivas, así como nuevos acuerdos institucionales de aprovechamiento de dichos residuos dentro del municipio, y evitar con ello las elevadas distancias que implica el traslado de los residuos. No obstante, de momento la forma en que están estructurados

dichos programas deberían ser más agresivos por parte del SIAP para transitar de paliativos ambientales a soluciones de fondo para materializar los ODS.

Finalmente, el reto del SIAP es diseñar programas de una educación ambiental radical, que sea transmitida mediante mecanismos conductuales en la ciudadanía y el sector empresarial, que cambie la forma arcaica de producir y consumir por una que reflexione la producción y el consumo innecesario, anticipándose con ello la generación de elevados volúmenes de residuos para la ciudad de León, Guanajuato.

REFERENCIAS

- Abellán, E. (2018). Modelos de prestación de servicios y plan director municipal. En P. Tello, D. Campani y D. Sarafian (coords.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, pp. 36-48. AIDIS. Recuperado de: <https://n9.cl/viov>
- Aguilar, R.; Cram, S.; Sánchez, M.; Marullo, S.; y Araiza, J. (2019). La valoración de los residuos sólidos urbanos en el Estado de México, una visión geográfica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35. (3). Pp. 693-704.
- Aguilera, F. (2012). La economía como sistema abierto. De la disociación a la integración. *Ciudades* N. 8. pp.83-109.
- Aguilera, F. (2016). *Naturaleza humana, economía y cultura. Hábitos de pensamiento y reglas del juego*, España: Ediciones del Genal y Ediciones El Acebuche libertario
- Aguilera, F. y V. Alcántara (1994) (coordinadores). *De la economía ambiental a la economía ecológica*. España: Fuhem e Icaria
- Alvarado, E.; Rodríguez, O.; y Vázquez, M. (2015). Evaluación socioeconómica del manejo de residuos sólidos urbanos en Huimanguillo, Tabasco. *Revista Ambiente y Sociedad*. Vol. 1. N. 9. Pp. 45-72.
- Aragón, A.; y Córdova, A. (2019). Separación de residuos inorgánicos reciclables en Tijuana. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35. (4). Pp. 1011-1023.
- Araiza, J.; Chávez, J.; y Moreno, J. (2017). Cuantificación de residuos sólidos urbanos generados en la cabecera municipal de Berriozábal, Chiapas, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 33. Sup. (4). Pp. 691-699.

- Armijo, C.; Puma, A.; y Ojeda, S. (2012). El conocimiento de los habitantes de una ciudad mexicana sobre el problema de su basura. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28. Sup. (1). Pp. 27-35.
- Arroyo, F. (2018). La economía circular como factor de desarrollo sustentable en el sector productivo. *INNOVA Research Journal*, Vol 3, No. 12. Pp.78-98.
- AVINA (2012). *Programa unificado de fortalecimiento de capacidades. Modulo 9. Gestión integral de residuos sólidos (GIRS)*. Ecuador. Recuperado de: <https://n9.cl/hfgr2>
- Banco de Desarrollo de América Latina (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades en América Latina*. CAF: Buenos Aires
- Barkin, D (2008). Presentación. *Argumentos*. Año 21. núm. 56 pp. 7-15
- Barkin, D. (2017). La economía ecológica desde abajo, en A. Azamar, D. Escobar y S. Peniche (Coord.) *Perspectivas de la economía ecológica en el nuevo siglo*, Guadalajara: Fondo Editorial Universitario, pp. 89-108
- Barkin, D., Fuente, M., y Daniel Tagle (2011). El crecimiento económico, la crisis ambiental y el marxismo. Debates perspectivas epistemológicos. *Revista Pensar*, N. 6.
- Barkin, D., Fuente, M., y D. Tagle (2012). La significación de una Economía Ecológica Radical. *REDIBEC* Vol. 19 N.1, pp. 1-14
- Bernache, G. (2012). Riesgo de contaminación por disposición final de residuos. Un estudio de la región centro occidente de México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28. Sup. (1). Pp. 97-105.
- Bernache, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Revista Ambiente y Sociedad*. Vol. 1. N. 7. Pp. 72-101.
- Bernache, G. (2019). Evaluación de los sistemas de manejo de residuos en cuatro municipios de Jalisco, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35. (Residuos sólidos en México). Pp. 19-27.
- Bernad, D.; Bovea, M.; Gallardo, A.; y Colmer, F. (2012). Actitud ante la recolección selectiva de biorresiduos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28. Sup. (1). Pp. 37-42.
- Birrueta, G.; Messina, S.; Luja, V.; Najera, O.; y Saldaña, C. (2019). La sostenibilidad en la gestión de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Tepic, Nayarit, México. Un enfoque desde la alianza gobierno, sociedad, academia. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35. (Residuos sólidos en México). Pp. 11-17.

- Bruel, A., Kronenberg, J., Bertrand, N.T. (2018). Linking industrial ecology and ecological economics: A theoretical and empirical foundation for the circular economy. *Journal of Industrial Ecology*, 23 (1-2), 1-10. doi: 10.1111/jiec.12745
- Burkett, P. (2006). *Marxism and Ecological Economics. Toward a red and green political economy*. Netherlands: Brill
- Cahe, E.; y Prada, J. (2019). Análisis multicriterio y selección de propuestas de gestión de residuos sólidos urbanos. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*. Vol. 28. Pp. 53-66.
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión (2003). *Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos*. México: Cámara de Diputados. Recuperado de: <https://n9.cl/z91u0>
- Cárdenas, P.; Robles, F.; Colomer, F.; y Piña, A. (2016). Herramientas para la evaluación de riesgos sobre el ambiente y salud, por la disposición final de residuos sólidos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35. (Especial residuos sólidos). Pp. 47-62.
- Carreño, U. (2015). Sistemas de reciclaje de residuos sólidos (plásticos, papel y vidrio). Revisión del estado del arte. *Gestión Ambiental*. 29. Pp. 37-47.
- Carrillo, G. (2014). La ecología industrial. Una alternativa innovadora y sustentable. *Innovación y Competitividad*, XIV(64), 3-21.
- Carrillo, G., y Ponce J.I. (2019). Economía circular, bioeconomía y biorrefinerías. En G. Carrillo y L. Torres (Coord.), *Biorrefinerías y Economía Circular* (pp. 17-38). DSCH-UAM Xochimilco.
- Carrillo, G.; y L. Torres (2019). Economía circular, bioeconomía y biorrefinerías. En G. Carrillo y L. Torres (Coordinadores). *Biorrefinerías y Economía Circular*. México. UAM. Pp.15-36.
- Ceballos, S. (2017). Introducción. En Sergio Ceballos (coord.), *Estudio de los problemas y realidad actual en México*. México: El Colegio del Estado de Hidalgo, pp. 13-22.
- Cervantes, G.; Solís, E.; y S. Turpin (2019). Valorización de residuos agrolimentarios, contribución a la economía circular en Guanajuato. En G. Carrillo y L. Torres (Coordinadores). *Biorrefinerías y Economía Circular*. México. UAM. Pp. 147-168.
- Chamizo, S.; Suárez, J.; Grada, J.; Chamizo, A.; Suárez, MA.; Sánchez, P.; y Rodríguez, M. (2016). Caracterización de los residuos sólidos en dos comunidades del municipio de Ixtacuixtla, Tlaxcala, México. *Gestión Ambiental*. N. 31. Pp. 21-27.

- Ellen MacArthur Foundation (2012). *Towards the Circular Economy. Economic and Business rationale for an accelerated transition*. UE: Ellen MacArthur Foundation. Recuperado de: <https://n9.cl/ss9zf>
- Ellen MacArthur Foundation (2014). *Hacia una economía circular. Resumen ejecutivo*. UE: Founding Partners EMF-CISCO-Kingsher-Phillips-Renault-UNILEVER. Recuperado de: <https://n9.cl/qofn6>
- Erickson, J. (2000). Ecological economics: an emerging alternative to environmental economics, en D. Chapman (coord.) *Environmental Economics, theory, application and policy*, USA: Addison Wesley
- Espinosa E., y Martínez, P. (2000). Importancia de la calidad en los servicios públicos municipales. *Revista Gestión y Estrategia*. N. 18, 48-56. Recuperado de: <https://n9.cl/7vd4z>
- Favela, H.; Ojeda, S.; Cruz, S.; Taboada, P.; y Aguilar, Q. (2013). Los pepenadores en la recuperación de reciclables en sitios de disposición final en Baja California, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 29. Sup. (3). Pp. 59-65.
- Figuroa, J.; y Cruz, J. (2019). ¿Gobernanza de los residuos sólidos? Estudio de caso sobre el ejido Los Ángeles, Reserva de la Biósfera La Sepultura, Chiapas, México. *Revista Ambiente y Sociedad*. Vol. 1. N. 7. Pp. 79-102.
- Fuente, M. (2008). La Economía Ecológica: ¿Un paradigma para abordar la sustentabilidad?, *Argumentos* Año 21, pp.75-99
- Funtowicz, O., y J. Ravetz (1994). The worth of a songbird: ecological economics as a post-normal science. *Journal of Ecological Economics*, Vol. 10, pp. 197-207
- Funtowicz, O., y J. Ravetz (2000). *La ciencia posnormal, ciencia con la gente*. Barcelona: Icaria
- Gallardo, A.; Gómez, A.; Bovea, M.; Colmer, F.; y Carlos, M. (2013). Influencia del nivel de ingresos económicos en la recogida selectiva de residuos urbanos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 29. Sup. (3). Pp. 19-24.
- Gallardo, A.; Prades, M.; Bovea, M.; y Colmer, F. (2012). Influencia de las variables climáticas y socio-económicas en la generación de residuos urbanos en España. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28. Sup. (1). Pp. 7-12.
- GalvanMX-SIAP (2016). *Encuesta de satisfacción en el servicio de recolección domiciliaria y comercial SIAP 2016*. Municipio de León: SIAP.
- García, L.; Gracia, M.; Bello, E.; y Aldosoro, E. (2018). Metabolismo social y ecoturismo: la problemática de los residuos en la isla Holbox, Quintana Roo, México. *Revista Nova Scientia*. N. 20. Vol. 10(1). Pp. 779-822.

- García, R.; y Guerrero, R. (2012). La educación ambiental en una institución de educación superior de la costa de Oaxaca, México. Un estudio de caso: residuos sólidos. *Gestión Ambiental*. 23. Pp. 35-49.
- Georgescu, N. (1971). *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Georgescu, N. (1989). La Ley de la Entropía y el Problema Económico. En D. Herman (Coor.): *Economía, Ecología, Ética. Ensayos hacia una economía en estado estacionario*, México: Fondo de Cultura Económico, México, pp. 61-72
- Gobierno de Guanajuato (2019). *En Guanajuato trabajamos a favor de las energías renovables y sustentables: gobernador*. Guanajuato: Gobierno de Guanajuato. Recuperado de: <https://n9.cl/q6yvj>
- González, C.; y Buenrostro, O. (2012). Composición de residuos sólidos urbanos en dos sitios de disposición final. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 28. Sup. (1). Pp. 13-18.
- González, G., y Vargas, J. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. *Revista de coyuntura y perspectiva*. 2(3), 105-130. Recuperado de: <https://n9.cl/707p2>
- González, M; y Ferraro, R. (2015). Los residuos sólidos urbanos en Mar del Plata, Argentina. ¿problema ambiental o insumos para la industria? *Revista Letras Verdes*. N. 17. Pp. 57-85.
- Gran, J.; y Bernache, G. (2015). Gestión de residuos sólidos urbanos, capacidades del gobierno municipal y derechos ambientales. *Revista Ambiente y Sociedad*. Vol. 1. N. 9. Pp. 73-101.
- Graziani, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos. Oportunidades para América Latina*. Caracas: CAF. Recuperado de: <https://n9.cl/1zjkk>
- Harvey, D. (2012). Para superar el capitalismo, el valor de uso debe prevalecer sobre el valor de cambio. *Marxismo crítico*. Recuperado de: <https://n9.cl/ru10o2>
- Hernández, M.; Aguilar, Q.; Taboada, P.; Lima, R.; Eljaiek, M.; Márquez, L.; y Buenrostro, O. (2016). Generación y composición de los residuos sólidos urbanos en América Latina y el Caribe. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 32. (Especial residuos sólidos). Pp. 11-22.
- Herrera, J.; Rojas, J.; y Anchía, D. (2018). Emisiones de gases efecto invernadero y contaminantes criterios derivados de diferentes medidas de mitigación en la gestión de residuos sólidos urbanos del cantón de San José, Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*. Vol. 2(1). Pp. 94-109.

- Holling, C. (1973). Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics* Vol.4. pp. 1-23
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2015). *Municipios de México*. Aguascalientes: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. [en línea]. <https://www.inegi.org.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Aguascalientes: INEGI. Recuperado de: <https://n9.cl/4kz89>
- Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN) (2015). *Diagnóstico del municipio de León, Guanajuato*. IMPLAN.
- Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN) (2019). *Diagnóstico del municipio de León 2019*. León, Guanajuato: IMPLAN. Recuperado de: <https://n9.cl/hng2q>
- Instituto Municipal de Planeación de León (IMPLAN) (2020). *Programa municipal de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico territorial para el municipio de León*. León, Guanajuato: IMPLAN. Recuperado de: <https://n9.cl/0qmck>
- Jerez, W., & Borja, E. & D'Armas, M. (2018). Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos: evaluación de un Gobierno Autónomo Descentralizado del Ecuador. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas*
- Jiménez, N. (2015a). La basura en clave de sol: instrumentos de acción pública y regulación política de los residuos sólidos urbanos en México 2003-2014. *Revista Ambiente y Sociedad*. Vol. 1. N. 3. Pp. 5-34.
- Jiménez, N. (2015b). La gestión integral de residuos sólidos urbanos en México: entre la intención y la realidad. *Revista Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. N. 17. Pp.29-56. Recuperado de: <https://n9.cl/86aw0s>
- Kala, K., Bolia, N., y Sushil (2020). Waste management communication policy for effective citizen awareness. *Journal of Policy Modeling*. 42. Pp. 661-678. <https://n9.cl/kt1ty>
- Kapp, W. (2006). *Los costes sociales de la empresa privada*. España: Catarata
- Kirchherr, J., Reike, D. & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, conservation & recycling*, 127, 221-232. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005>
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular economy: The concept and limitations. *Ecological Economics*, 143, 37-46. Recuperado de: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

- Kowszyk, Y.; y A. Maher (2019). *Responsabilidad social empresarial y los objetivos de desarrollo sostenible en la Unión Europea, América Latina y el Caribe*. Fundación EU-LAC. Recuperado de: <https://n9.cl/ydbzn>
- Labandeira, X., León, C. J. y M.X. Vázquez (2007). *Economía Ambiental*. Pearson Prentice Hall, Madrid.
- Leff, E. (2004). *Racionalidad Ambiental. La reapropiación social de la naturaleza*. México: Ed. Siglo XXI.
- Leff, E. (2010). *Discursos sustentables*. México: Fondo de Cultura Económica
- Magdoff, F., y J.B. Foster (2010). What Every Environmentalist Needs to Know About Capitalism. *Monthly Review*, V. 61, N° 10, pp. 1-30
- Martínez Alier, J., y J. Roca (2003). *Economía Ecológica y Política Ambiental*. México: Fondo de Cultura Económica
- Martínez Alier, J., y K. Schüpmann, (1991). *La Ecología y la Economía*. México: Fondo de Cultura Económica
- Martínez-Alier, J. (2015). *La economía no es circular sino entropica*. En La Jornada. Recuperado de: <https://n9.cl/ckpeh>
- Martínez, A.; y A. Porcellí (2018). Estudio sobre la economía circular como una alternativa sustentable frente al ocaso de la economía tradicional. *LEX*. Núm. 22. Pp. 303-333.
- Martínez, Alier, J. (2004). *El Ecologismo de los Pobres. Conflictos ambientales y lenguajes de valoración*. Barcelona: ICARIA
- Martínez, L., Henríquez, A., Freire, N. y Rodríguez, R. (2019). *Economía circular y políticas públicas*. Santiago: Konrad Aedeauer Stiftung-EKLA-CIEC. Recuperado de: <https://n9.cl/b0q0>
- Morales, R.; y Ponce, A. (2016). La prevención de residuos alimenticios. Los casos de la Unión Europea y la Ciudad de México. *Revista Ambiente y Sociedad*. Año 4. N. 10. Pp. 78-94.
- Mulder, N. y Albaladejo, M. (2020). *El comercio internacional y la economía circular en América Latina y el Caribe*. Chile: CEPAL. Recuperado de: <https://n9.cl/de279>
- Munda, G. (2008). *Social Multi-Criteria Evaluation for a Sustainable Economy*. Berlín: Springer
- Municipio de León (2013). *Diagnóstico Ambiental*. León, Guanajuato. León: Municipio de León. Recuperado de: <https://n9.cl/ladvvb>
- Municipio de León (2017). *Presentación de actividades realizadas en el antiguo relleno sanitario "La Reserva"*. León: Municipio de León.

- Munizaga, J.; y Lobo, A. (2013). Generación de residuos domésticos y su variabilidad en comunidades de tamaño intermedio. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 29. Sup. (3). Pp.9-17.
- Muñoz, C.; y Morales, R. (2018). Generación de residuos orgánicos en las unidades económicas comerciales y de servicios en la Ciudad de México. *Revista Estudios Demográficos y Urbanos*. Vol. 33. N. 3 (99). Pp. 733-767.
- Naciones Unidas (NU) (2019). *Informe de los objetivos del Desarrollo Sostenible*. Naciones Unidas. Nueva York.
- Ojeda, V (2018). Antecedentes, limitaciones, barreras y problemática del manejo de los residuos en la región. En P. Tello, D. Campani y D. Sarafian (coords.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. pp. 2-14. AIDIS. Recuperado de: <https://n9.cl/viov>
- Parchomenko, A., Nelen, D., Gillabel, J., y Rechberger (2019). Measuring the circular economy - A Multiple Correspondence Analysis of 63 metrics. *Journal of cleaner production*, 210, 200-216. Recuperado de: <https://n9.cl/5e6t4f>
- Polanyi, K. [1944] (2003). *La Gran Transformación: Los orígenes políticos y económicos de nuestros tiempos*. México: Fondo de Cultura Económico. México
- Prieto, V., Jaca, C., y Ormazabal, M. (2017). Economía circular, relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria investigaciones en ingeniería*, 15, 85-95. Recuperado de: <https://n9.cl/06xce>
- Puricelli, V. (2017). Nuevos sujetos en la recolección diferenciada de la basura: el “programa de Promotoras Ambientales” en la ciudad de Buenos Aires. *Revista Quid* 16. N. 8. Pp. 195-208.
- Ramírez, R.; Suárez, C.; y Arribas, E. (2016). Propuesta de un modelo integral para el sistema de gestión de residuos sólidos urbanos en una zona de alta marginación en la Huasteca potosina, México. *Gestión Ambiental*. N. 32. Pp. 19-27.
- Riechmann, J., y J. Tickner (coords.) (2002). *El Principio de precaución, en medio ambiente y salud pública: de las definiciones a la práctica*. Barcelona: Icaria
- Rodríguez, A. (2008). *Gestión local e intergubernamental de los residuos sólidos urbanos* (tesis de maestría). México: Colegio de la Frontera Norte.
- Ropke, I. (2005). Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. *Journal of Ecological Economics*, 55(2), pp.262-290.
- Rosas, B.; y Gámez, L. (2019). Prevención de la generación de residuos en el marco de la economía ecológica y solidaria: un análisis del manejo de

- residuos en los municipios de México. *Revista Ambiente y Sociedad*. Año. 7. Pp. 7-31.
- Salazar, A. (2020). Indicador económico para la evaluación de la gestión municipal de los residuos valorizables en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*. Vol. 54(1). Pp. 1-15.
- Saldaña, C.; Hernández, I.; Messina, S.; y Pérez, J. (2013). Caracterización física de los residuos sólidos urbanos y el valor agregado de los materiales recuperables en el vertedero El Iztete, de Tepic-Nayarit, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 29. Sup. (3). Pp. 25-32.
- Sánchez, M.; Cruz, J.; y Maldonado, P. (2019). Gestión de residuos sólidos urbanos en América Latina: un análisis desde la perspectiva de la generación. *Revista Finanzas y Economía Política*. Vol. 11. N. 2. Pp. 321-336.
- Sánchez, R.; Pita, J.; González, K.; y Hormaza, J. (2019). Análisis de mezclas de residuos sólidos orgánicos empleadas en la fabricación de ladrillos ecológicos no estructurales. *Revista de Ciencias Ambientales*. Vol. 53(1). Pp. 23-44.
- Sarafian, R. (2018). Disposición final de residuos sólidos urbanos. En P. Tello, D. Campani y D. Sarafian (coords.). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*, pp. 2-14. AIDIS. Recuperado de: <https://n9.cl/viov>
- Schröder, P., Albaladejo, M., Alonso, P., MacEwen, M. y Tilkänen, J. (2020). *La economía circular en América Latina y el Caribe. Oportunidades para fomentar la resiliencia*. Londres: Chatham House. Recuperado de: <https://n9.cl/4bjkl1>
- Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial de Guanajuato (SMAOT) (2021). *Programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos de Guanajuato*. Guanajuato: SMAOT. Recuperado de: <https://n9.cl/xd66a>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2004). *NOM-083-SEMARNAT-2003*. México: SEMARNAT.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2012). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. México: SEMARNAT. Recuperado de: <https://n9.cl/fihd6>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2019). *Visión basura cero. Líneas de implementación*. México: SEMARNAT. Recuperado de: <https://n9.cl/odjoc>
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) (2020). *Diagnóstico básico para la gestión integral de los residuos*. México: SEMARNAT. Recuperado de: <https://n9.cl/r6fuu>

- Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) (2001). *Manual técnico sobre generación, recolección, y transferencia de residuos sólidos municipales*. México: Secretaría de Desarrollo Social.
- Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) (2015). *Informe de resultados Consejo Directivo 2013-2015*. Aseo Público de León.
- Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) (2016). *Modelo Integral para el Manejo y Gestión de Residuos en León*. León: GlobalMind.
- Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) (2018). *Plan de trabajo anual par el 2018 del Sistema Integral de Aseo Público de León, Guanajuato*. Municipio de León.
- Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) (2020). *Programa Municipal para la Prevención y Gestión de Residuos para el Municipio de León, Guanajuato*. León: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental. Recuperado de: https://a9abc043-3b7b-46a7-98b7-c2a50660cc0d.filesusr.com/ugd/c08315_a08dad4944a44fabb29b3eb214c28b18.pdf
- Solís, E.; Cervantes, G.; y Turpin, S. (2019). Valoración de residuos generados en la agroindustria en Guanajuato aplicando principios de ecología industrial. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 35. Sup. (4). Pp. 41-54.
- Solíz, M. (2015). Ecología política y geografía crítica de la basura en el Ecuador. *Revista Letras Verdes. Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales*. N. 17. Pp. 4-28.
- Sonnenfeld, D., Mol, A. P. J., Watts, M., Sánchez, R. A., Ashford, N., Rock, M. T., Andersen, M. S., y H. Wiedner. (2002). Globalization, Governance, and the Environment. *American Behavioral Scientist*, Vol. 45, N° 9, 2002, pp. 1311-1456.
- Spash, C. (2012). New foundations for ecological economics. *Journal of Ecological Economics*. Vol. 77, pp. 36-47
- Spash, C. (2013). The shallow or the deep ecological economics movements? *Journal of Ecological Economics*, Vol.93, pp.351-362
- Stahel, W. (1986). The circular economy. *Nature* 531. Recuperado de: <https://n9.cl/897o6>
- Tagle, D. (2011). *Economía ecológica: un paradigma alternativo para analizar el problema de la asignación de recursos. El caso del uso y manejo del agua en el Zona Metropolitana de San Luis Potosí*, México: UAM, tesis de doctorado en ciencias económicas
- Tagle, D. (2020). Una mirada de la economía circular a los programas de reducción de residuos en León, Guanajuato ¿soluciones concretas o paliativos ambientales? *Revista expresión económica*. 44, 59-79. Recuperado de: <https://n9.cl/f32tw>

- Tagle, D.; Caldera, A.; y J. Rodríguez (2017). Complejidad ambiental en el bajo mexicano: implicaciones del proyecto civilizatorio vinculado al crecimiento económico. *Región y Sociedad*. Núm. 68. Pp. 193-221.
- Tagle, D. y Caldera, A. (2021). Corporatización de tipo neoliberal en la gestión del agua en México. Lecciones de León, Guanajuato. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(2), 1-41. Recuperado de: <https://n9.cl/1mr0s>
- Tchobanoglous, G., Vigil, S., y Theisen, H. (1994). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. España: McGraw-Hill.
- Toledo, V. (2008). Metabolismos rurales: hacia una teoría económico-ecológica de la apropiación de la naturaleza. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica* Vol. (7), pp- 1-26
- Toledo, V. (2016). *Ecocidio en México: la batalla final es por la vida*. México: Grijalbo
- United Nations Environment Programme (UNEP) (2009). *Developing integrated solid waste management plan*. Osaka: United Nations Environment Programme. Recuperado de: <https://n9.cl/13m1a>
- Universidad Nacional Autónoma de México-Programa Universitario Medio Ambiente (2014). *Programa estatal para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos de Guanajuato*. México: UNAM-PUMA. Recuperado de: <https://n9.cl/2l4gq>
- Varoufakis, Y. (2015). *Economía sin Corbata*. Barcelona: CRITICA
- Vázquez, A.; Velazco, M.; Espinosa, R.; Morales, M.; Hernández, S.; Ordaz, M.; y Almeida, H. (2016). Generación, legislación y valoración de residuos plásticos en Iberoamérica. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*. 32. (Especial residuos sólidos). Pp. 63-76.
- Venegas, B.; García, M.; Sánchez, A. (2014). Gestión de residuos sólidos municipales en México. Un análisis comparativo. *Gestión Ambiental*. 28. Pp.25-47.
- World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) (2020). *Indicadores de transición circular V1.0. Métricas para empresas realizadas por empresas*. Ginebra: WBCSD-KPMG. Recuperado de: <https://n9.cl/jtko>

MEDIOS DIGITALES

- Castro, J. (8 de septiembre de 2019). En León, convierten basura en energía eléctrica, provee energía a 28 mil luminarias. *Periódico AM León, Guanajuato*. Recuperado de: <https://n9.cl/lx46r8>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Artículo 115 (1999). Recuperado de: <https://n9.cl/tflga>
- Gobierno de Guanajuato (2019). *En Guanajuato trabajamos a favor de las energías renovables y sustentables: gobernador*. Guanajuato: Gobierno de Guanajuato. Recuperado de: <https://n9.cl/q6yvj>
- Instituto Mexicano para la Competitividad (IMCO) (2020). *Valle de México y Monterrey: las únicas ciudades con alto nivel de competitividad en el ICU 2020*. México: Instituto Mexicano para la Competitividad. Recuperado de: <https://n9.cl/m1c5f>
- Noticieros en Línea (2016). Recuperado de: <https://n9.cl/zd7mk>
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Nueva York: Organización de las Naciones Unidas. Recuperado de: <https://n9.cl/ybgd>
- Promotora Ambiental (PASA) (2010). *Quemador de biogás en León, Guanajuato*. Monterrey: Promotora Ambiental. Video informativo. Disponible en: <https://n9.cl/jab9sh>
- Ramos, O. (2020). *Esta es la cantidad diaria de basura que genera León*. Periódico El Sol de León. Recuperado de: <https://n9.cl/ud1gr>
- Secretaría del Medio Ambiente (SEDEMA) (2020). *Basura cero*. CDMX: SEDEMA. Recuperado de: <https://n9.cl/ixkdd>
- Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) (Web). León: Sistema Integral de Aseo Público. Recuperado de: <https://n9.cl/9vf89>
- Velázquez, I. (2019). *Generará biogás relleno sanitario*. Periódico El Heraldo de León. Recuperado de: <https://n9.cl/6heo0a>

Universidad de Guanajuato

Dra. Claudia Susana Gómez López

Rectora General

Dr. Salvador Hernández Castro

Secretario General

Dr. Carlos Hidalgo Valadez

Rector del Campus León

Dra. Magali Barbosa Piza

Directora de la División de Ciencias
Sociales y Humanidades
Campus León

Esta versión PDF de
Mirada y reflexión de la gestión de residuos sólidos urbanos
en León, Guanajuato
se terminó de editar el 15 de abril del año 2024.
La edición fue cuidada por Leopoldo Navarro.