IV.3.3. RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

IV.3.3. RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

IV.3.3.1. CARACTERÍSTICAS DEL SERVICIO ACTUAL.

La recolección de residuos, de acuerdo con la secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), se define como la acción de tomar los residuos sólidos de sus sitios de almacenamiento, para trasladarlos con equipo suplementario, a estaciones de transferencia, instalaciones de tratamiento o sitios de disposición final.

El gobierno municipal de León tiene 2 tipos de recolección que son en la zona urbana y en las localidades rurales, a través del Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) decidió licitar este servicio para la zona urbana en el año 2014, las empresas que fueron seleccionadas son Gestión e Innovación en Servicios Ambientales (GISA) y Promotora Ambiental de la Laguna (PASA) y en el caso de las localidades rurales son 7 empresas las que realizar el servicio, con el fin recolectar los residuos sólidos urbanos generados fundamentalmente por los habitantes del municipio.

IV.3.3.1.1. RECOLECCIÓN EN LA ZONA URBANA

La cobertura del servicio de recolección por parte de GISA y PASA cubre prácticamente a toda la ciudad, laborando dos turnos diarios, el matutino de 5:00 am a 2:00 pm y el nocturno que inicia a partir de las 20:00 hasta las 5:00 am. Para ello, la ciudad de León se dividió en 3 zonas, la zona A esta otorgada a la empresa GISA, las zonas B y C le corresponden a PASA.

En las imágenes que se presentan a continuación se presentan las coberturas territoriales asignadas a las empresas antes mencionadas, para llevar a cabo el servicio de recolección

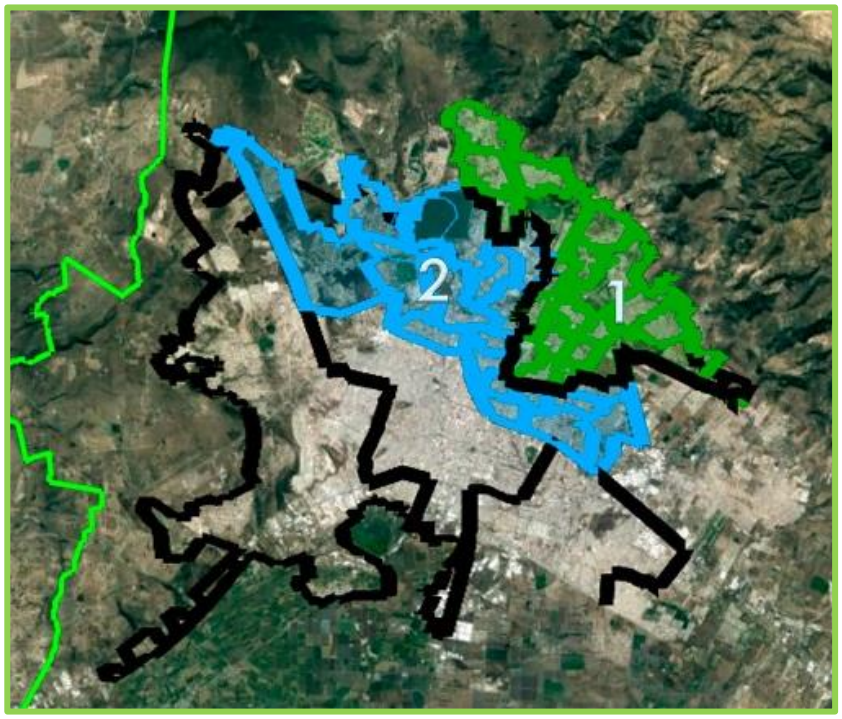

Imagen No. IV.3.3.1.1.1. *Zona y subzonas de cobertura del servicio de recolección de la empresa de la empresa GISA. Fuente: SIAP.*

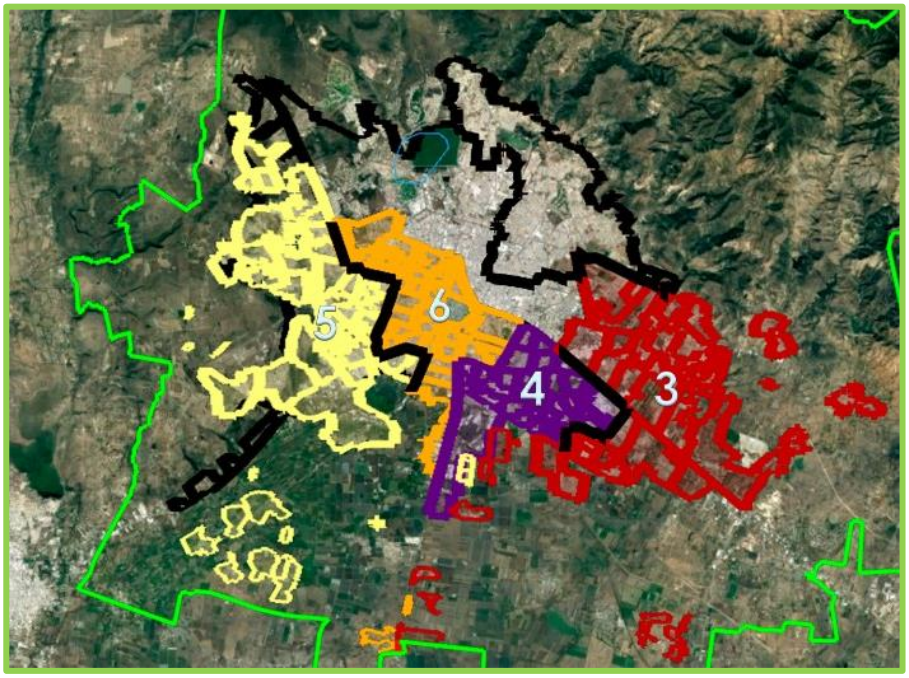

Imagen No. IV.3.3.1.1.2. *Zona y subzonas de cobertura del servicio de recolección de la empresa de la empresa GISA. Fuente: SIAP.*

El servicio se lleva a cabo, vía el cumplimiento de 195 rutas de recolección, es importante mencionar que la frecuencia de recolección es distinta en las diferentes zonas de la ciudad de León, mientras que en las 2 zonas de PASA el servicio es terciado, excepto la ruta que recolectan los residuos de la zona centro del municipio, en la zona de GISA la recolección se realiza diariamente.

En términos generales, de lo antes señalado, los vehículos recolectores de las 2 empresas son ocupados para cubrir las rutas matutinas y nocturnas.

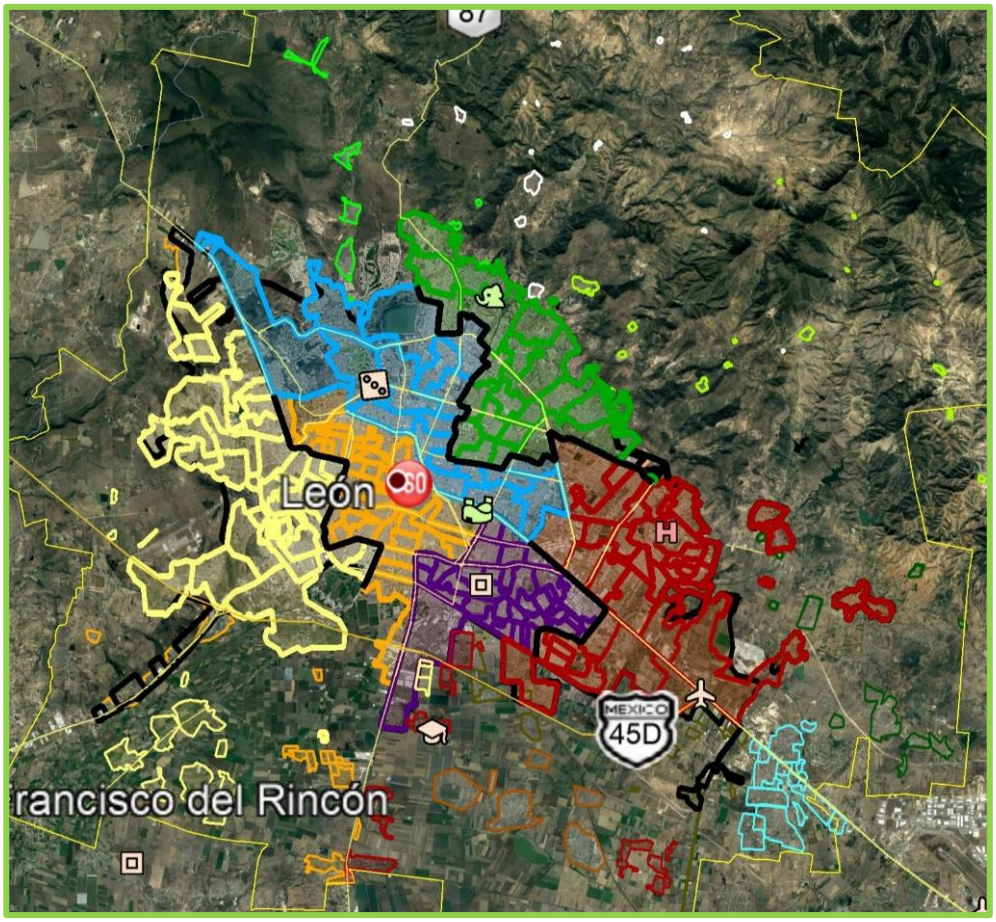

Imagen No. IV.3.3.1.1.3. *Cobertura del servicio de recolección en el municipio de León, Guanajuato. Fuente: Google Earth y SIAP.*

Las cuadrillas de las unidades de recolección tanto de la empresa GISA como de PASA, están conformadas por 3 personas; un chofer y 2 recolectores, además cada empresa cuenta con una brigada de supervisores los cuales verifican que cumplan sus actividades.

De acuerdo a los concentrados de ingresos de residuos sólidos en el sitio de disposición final "el verde" que nos fueron proporcionado por la supervisión, en el mes de agosto del 2019 ingresaron y se dispusieron 38,991.21 toneladas y en el mes de septiembre del mismo año fueron 35,255.21. El promedio diario de recolección en el mes de agosto fue de 1,257.78 toneladas y en septiembre fue de 1,175.17 toneladas.

Gráfico No. IV.3.3.1.1.1. *Acumulado de toneladas recolectadas. Fuente: SIAP.*

Gráfico No. IV.3.3.1.1.2. *Promedio de tonelaje recolectado solo del servicio de recolección. Fuente: SIAP.*

Es importante mencionar que la Ciudad de León no cuenta con infraestructura de transferencia, por lo que todos los vehículos recolectores tienen que trasladar su carga de basura directamente al relleno sanitario. Esto conlleva a desplazamientos excesivos de los camiones recolectores de las rutas más alejadas, provocando elevados consumos de combustible, además de emisiones excesivas de gases de efecto invernadero.

Cada empresa cuenta con instalaciones como son: zona de resguardo para los vehículos recolectores, oficinas, en el caso de GISA cuenta con instalaciones para almacenar y abastecer de combustibles a sus unidades.

Imagen No. IV.3.3.1.1.4. *Vista frontal oficinas y encierro de la empresa PASA. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.5. *Vista frontal del encierro de la empresa GISA. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.6. *Interior del encierro de GISA. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Para cumplir con el servicio de recolección municipal, GISA cuenta con un parque vehicular constituido por 37 vehículos mientras que PASA cuenta con 41, lo cual da un total 78 vehículos, tanto GISA como PASA manejan solo 2 capacidades, 25yd³ y 20yd³. A continuación, se muestra las características de mecánicas de los 2 tipos de chasis que se manejan.

Imagen No. IV.3.3.1.1.7. y IV.3.3.1.1.8. *Vehículos utilizados en la recolección. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Por último, la cobertura del servicio de recolección por parte de las empresas GISA y PASA es del 98.6% en la zona urbana, en lo que se refiere a las zonas rurales la recolección presta servicio a 123 comunidades rurales del municipio.

En las imágenes que se presentan a continuación, se evidencian las deficiencias fallas y situaciones que cotidianamente se registran al cumplir con el servicio de recolección de residuos sólidos; así como prácticas inadecuadas empleadas al prestar este servicio.

Imagen No. IV.3.3.1.1.9. a IV.3.3.1.1.12. *Circunstancias encontradas en las diferentes rutas como se observa, los recolectores barren los residuos dispersos en calles y banquetas. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental*

Imagen No. IV.3.3.1.1.13. Se puedo observar el esfuerzo excesivo que los trabajadores aplican para descargar el contenedor de residuos, al vehículo recolector.

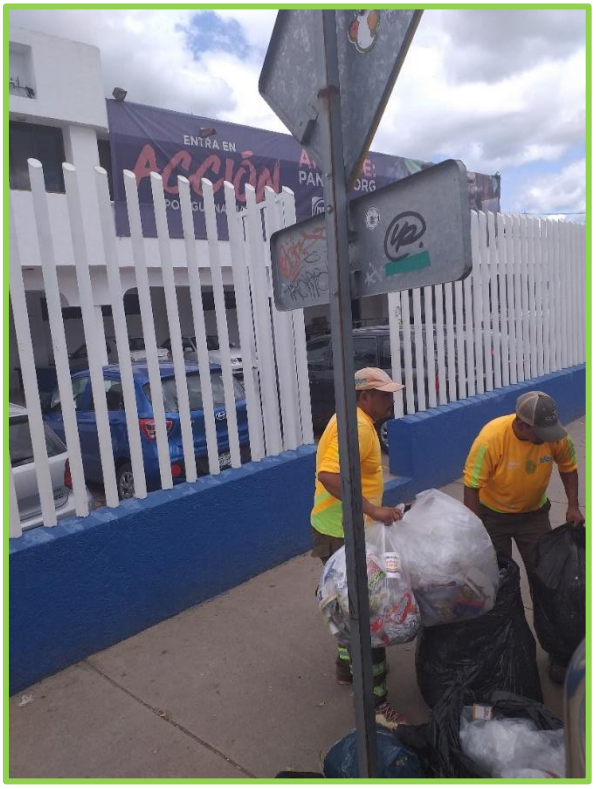

Imagen No. IV.3.3.1.1.14. *Recolección de residuos sólidos en negocios y oficinas, se pudo constatar que los trabajadores recolectan los residuos de empresas por una ayuda económica.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.15. *Obstáculos encontrados en algunas de las rutas de recolección. Se encontraron algunas calles cerradas por los habitantes con el pretexto de evitar ser víctimas de la delincuencia.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.16. *El cierre de calles afecta el transito del camión recolector lo que origina que el operador tenga que modificar la ruta de recolección, ocasionando incrementos de tiempos en recorridos.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.17. *Los mismos habitantes crearon y colocaron contenedores improvisados en las afueras de las calles clausuradas. Lo cual estos contenedores son un caldo de cultivo para la proliferación de fauna nociva*

Imagen No. IV.3.3.1.1.18. *En ocasiones los trabajadores tocan las puertas de las casas para que les den las bolsas con residuos. Esto retrasa el avance del vehículo recolector.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.19. *Como se puede ver en la imagen los camiones recolectores tienen dificultades en el tránsito, esto la población que estacionan sus vehículos en ambos lados de la calle y entorpecen el libre tránsito.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.20. *Cabe mencionar que los recolectores tienen que tocar las puertas para que los dueños muevan sus autos para que el vehículo pueda cumplir con su ruta*

Imagen No. IV.3.3.1.1.21. *en ocasiones el operador pide apoyo a los recolectores para realizar maniobras con el objeto de cumplir su ruta, esta situación se crea por el mal diseño de las rutas.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.22. *los vehículos tienen que transitar por calles sin pavimentar y en mal estado, lo cual genera que los vehículos tengan un desgaste extra.*

Imagen No. IV.3.3.1.1.23. *Además de que algunos caminos están en mal estado, estos son muy estrechos, lo cual origina que el vehículo tenga que realizar maniobras excesivas.*

IV.3.3.1.2. RECOLECCIÓN EN LAS ZONA RURALES.

El municipio de León, Guanajuato, tiene alrededor de 605 localidades rurales, como se ha comentado en capítulo IV el Sistema Integral de Aseo Público (SIAP) concesiono el servicio de recolección rural a 7 empresas, las cuales tienen a su cargo a las 13 rutas que prestan servicio a 123 localidades que cuentan con mayor población, se recolecta los residuos sólidos de 29, 616 domicilios lo que equivale a 115, 504 personas de las 117, 622 personas que viven en las localidades rurales, que representa el 7% del total de población municipal. Cabe agregar que, en el año 2019, se recolectaron 15, 007 toneladas provenientes de las localidades rurales del municipio.

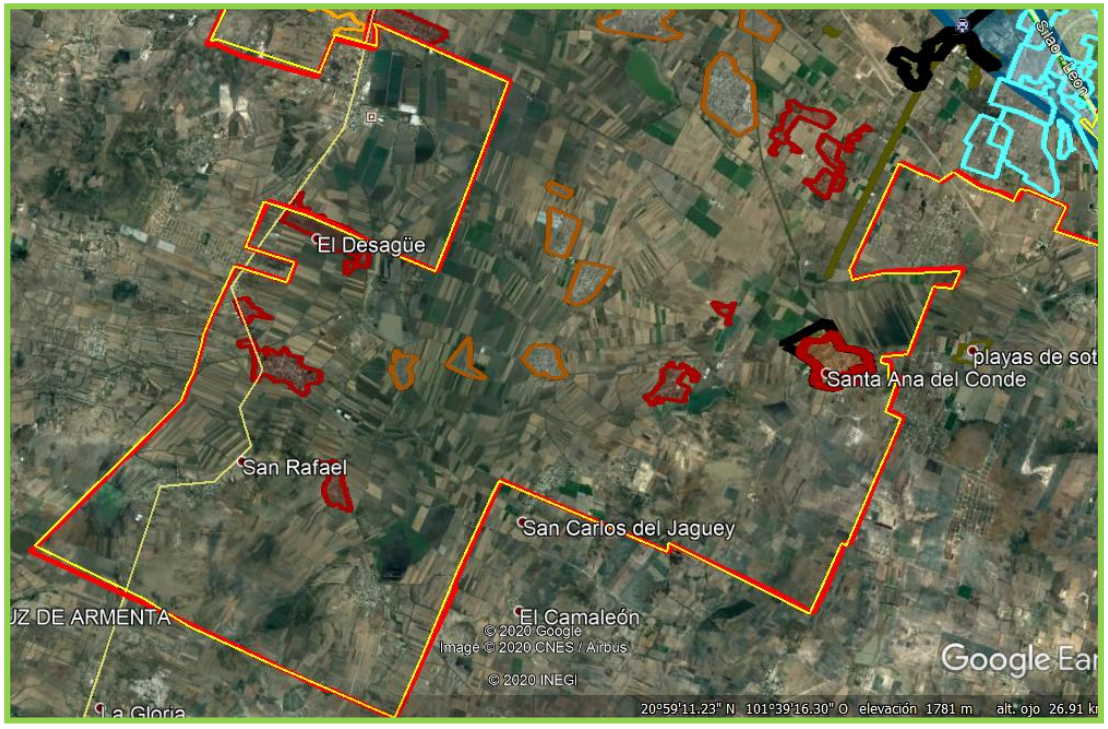

Imagen No. IV.3.3.1.2.1. *Localidades rurales de la zona sur del municipio (color rojo y naranja) donde se presta el servicio de recolección de residuos. Fuente: SIAP.*

Las siguientes tablas muestran cada una de las 13 rutas, además de las localidades que prestan el servicio y por ultimo los días de frecuencia

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
I	La lomita	Dom-Mar-Jue
	Vista aero	Dom-Mar-Jue
	Hacienda arriba	Dom-Mar-Jue
	La Patiña	Dom-Mar-Jue
	San Antonio de Padua	Dom-Jue
	Camino a la Patiña (entrada al fracc. el molino)	Domingo
	Los Zarcihuiles	Dom-Mar-Jue
	Camino a la Patiña	Dom-Mar-Jue

Tabla No. IV.3.3.1.2.1. *Localidades atendidas por la ruta I. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
II	Albarradones	Mar-Jue-Sab
	El paraíso	Mar-Jue-Sab
	La cieneguita	Lun-Mie-Vie
	Ladrilleras del refugio	Lun-Mie-Vie
	Las coloradas	Lun-Vie
	Las delgadas	Lunes
	San José de los Romeros	Mar-Jue-Sab
	Laderas de San Juan	Mie-Vie
	Zaragoza	Mar-Jue-Sab
	El copete	Mie-Vie

Tabla No. IV.3.3.1.2.2. *Localidades atendidas por la ruta II. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
III	Barretos	Lun-Mie-Vie
	La cinta	Lun-Mie-Vie
	Los Vallejo	Lun-Mie-Vie
	Miguel Hidalgo II	Lun-Mie-Vie
	Rancho nueva luz	Lun-Mie-Vie
	Rancho nuevo lindero	Lun-Mie-Vie
	Tres Marías	Mar-Jue-Sab
	El cachete	Mar-Jue-Sab
	El cuije	Mar-Jue-Sab
	Los Ramírez	Mar-Jue-Sab
	San José de Zertuche	Mar-Jue-Sab
	San Agustín del mirasol	Mar-Jue-Sab

Tabla No. IV.3.3.1.2.3. *Localidades atendidas por la ruta III. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
IV	Granja las palomas	Mar-Jue
	El cuate	Lun
	Los cipreses	Lun
	Los Jacales norte	Lun-Mie-Vie
	San Isidro de los sauces	Lun-Mie-Vie
	Valle de Aránzazu	Lun
	Los jacales sur	Lun-Mie-Vie
	Granjas económicas	Lun-Mie-Vie
	Lomas de los sauces	Mar-Jue-Sab
	Lomas del suspiro	Lun-Mie-Vie
	Los sauces	Mar-Jue-Sab
	Campestre la luz	Lun-Mie-Vie
	Loma de los paraísos	Lun-Mie-Vie
	Sauce del bosque	Mar-Jue-Sab
	Fracciones de los sauces de abajo	Mar-Jue-Sab
	Panteón los sauces	Lun-Mie-Vie
	La trilla	Lun-Mie-Vie

Tabla No. IV.3.3.1.2.4. *Localidades atendidas por la ruta IV. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
V	Agua zarca	Lun-Mie-Vie
	Barbosa	Mar-Jue-Sab
	Cantaranas	Lun-Mie-Vie
	Buenos aires	Lun-Mie-Vie
	Cerro alto	Mar-Jue-Sab
	El capulín	Mar-Jue-Sab
	El huizache	Lun-Mie-Vie
	Sauco	Mar-Jue-Sab
	Guanajuatito	Mar-Jue-Sab
	Laderas de ibarrilla	Lun-Mie-Vie
	Manzanilla	Lun-Mie-Vie
	Mesa de ibarrilla	Lun-Mie-Vie
	Media luna	Lun-Mie-Vie
	Mesa de la virgen	Mar-Jue-Sab
	Rodeo	Mar-Jue-Sab
	Saucillo de Avalos	Lun-Mie-Vie
	Sitio de san Ignacio	Lun-Mie-Vie
	El durazno	Lun-Mie-Vie

Tabla No. IV.3.3.1.2.5. *Localidades atendidas por la ruta V. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
VI	Antenas de medina	Lun-Mie-Vie
	Canelas	Lun-Mie-Vie
	Cerro verde	Lun-Mie-Vie
	Cuesta blanca	Lun-Mie-Vie
	Derramadero	Lun-Mie-Vie
	La calera	Mar-Jue-Sab
	Llano grande	Mar-Jue-Sab
	Los alisos	Mar-Jue-Sab
	Mesa del obispo	Lun-Mie-Vie
	Nuevo valle de moreno	Lun-Mie-Vie
	Ojo de agua de los reyes	Mar-Jue-Sab
	Prolongación zarzal de medina	Lun-Mie-Vie
	Rincón grande	Mar-Jue-Sab
	San Antonio del gigante	Mar-Jue-Sab

	San José de otates sur	Lun-Mie-Vie
	San José de otates norte	Lun-Mie-Vie
	Santa rosa	Lun-Mie-Vie
	Sauz seco	Mar-Jue-Sab
	Los charcos	Mar-Jue-Sab
	Mesa de medina	Lun (cada 15 días)
	Panteón nuevo valle de moreno	Lun-Mie-Vie
	Vaquerías	Lun-Mie-Vie

Tabla No. IV.3.3.1.2.6. *Localidades atendidas por la ruta VI. Fuente: SIAP.*

Ruta Rural	Localidades	Frecuencia
VII	Las 4 estaciones	Lun a Sab
	Los Eucaliptos	Lun a Sab
	Atrás del potrero	Lun a Sab
	El vergel	Lun a Sab
	Ejido León	Lun a Sab
	San José del potrero	Lun a Sab

Tabla No. IV.3.3.1.2.7. *Localidades atendidas por la ruta VII. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
VIII	La reserva	Mar-Jue-Sab
	Lagunillas	Lun-Mie-Vie
	Lomas del Laurel	Lun-Mie-Vie
	Los laureles	Lun-Mie-Vie
	San Buenaventura	Lun-Mie-Vie
	La mora	Mar-Jue-Sab
	Nacimiento	Mar-Jue-Sab
	Puerta del cerro	Mar-Jue-Sab
	Rancho nuevo la venta	Mar-Jue-Sab
	La venta	Mar-Jue-Sab

Tabla No. IV.3.3.1.2.8. *Localidades atendidas por la ruta VIII. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
IX	Barriles carretera Santa del conde	Mar-Jue-Sab
	Video bachillerato Santa Ana	Mar-Jue-Sab
	Estación trinidad	Mar-Jue-Sab
	Guadalupe Victoria	Mar-Jue-Sab
	Tejas el águila (comercio)	Mar-Jue-Sab
	Santa cruz (autopista poniente)	Lun-Mie-Vie
	Capellanía de Loera	Lun-Mie-Vie
	Los López sur	Lun-Mie-Vie
	Los López	Lun-Mie-Vie
	Monte bello	Mar-Jue-Sab
	San Vicente	Mar-Jue-Sab
	Nuevo San Carlos	Lun-Mie-Vie
	Ejido providencia	Mar-Jue-Sab
	La providencia	Mar-Jue-Sab
	Playas de Sotelo	Mar-Jue-Sab
	Valle de San Juan (San Juan de abajo)	Mar-Jue-Sab
	San isidro de los López	Mar-Jue-Sab
	Rancho abajo	Lun-Mie-Vie
	Arboledas de los López II	Lun-Mie-Vie
	Arboledas de los López I	Lun-Mie-Vie
	Rancho el trébol	Lun-Mie-Vie
	Buena vista	Mar-Jue-Sab

Tabla No. IV.3.3.1.2.9. *Localidades atendidas por la ruta IX. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
X	Bajío bolas blancas	Mar-Jue-Sab
	El resplandor	Mar-Jue-Sab
	Santa fe del resplandor	Mar-Jue-Sab
	San Rafael de los Ramírez	Lun-Mie-Vie
	El terrero	Lun-Mie-Vie
	La arcina	Lun-Mie-Vie

Tabla No. IV.3.3.1.2.10. *Localidades atendidas por la ruta X. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
XI	Cereso	Lun-Mie-Vie
	El desagüe	Lun-Mie-Vie
	El maguey de la sandia	Lun-Mie-Vie
	Estancia la sandia	Lun-Mie-Vie
	La sandia	Lun-Mie-Vie
	Los arcos	Lun-Mie-Vie
	Los Correa	Lun-Mie-Vie
	Los pachecos	Lun-Mie-Vie
	Santa Ana a.c.	Lun-Mie-Vie
	Los tepetates	Lun-Mie-Vie
	Belén	Lun-Mie-Vie
	San judas	Lun-Mie-Vie
	Ampliación providencia	Mar-Jue-Sab
	San José del resplandor	Mar-Jue-Sab
	Los Valtierra	Mar-Jue-Sab
	San José de los Duran	Mar-Jue-Sab
	San José de los montes	Mar-Jue-Sab
	Rancho el capricho	Mar-Jue-Sab

Tabla No. IV.3.3.1.2.11. *Localidades atendidas por la ruta XI. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
XII	San basilo el grande	Lun-Mie-Vie
	Hospital psiquiátrico	Lun-Mie-Vie
	Seminario conciliar de León	Lun-Mie-Vie
	EL puente	Lun-Mie-Vie
	La Esmeralda	Lun-Mie-Vie
	Latinoamerica	Mar-Jue-Sab
	Nuevo progreso	Mar-Jue-Sab
	Rustico San Pedro	Mar-Jue-Sab
	San Pedro del Monte (la huizachera)	Lun-Mie-Vie
	San Isidro de las colonias	Lun-Mie-Vie
	Valle de las flores	Mar-Jue-Sab

Tabla No. IV.3.3.1.2.12. *Localidades atendidas por la ruta XII. Fuente: SIAP.*

RUTA RURAL	LOCALIDADES	FRECUENCIA
XIII	Corral de piedra	Lun-Mie-Vie
	El progreso	Lun-Mie-Vie
	Estancia de vaqueros	Lun-Mie-Vie
	Refugio de rosas	Lun-Mie-Vie
	El ramillete	Mar-Jue-Sab
	Estancia de los sapos	Mar-Jue-Sab
	La estancia nueva (la floreña)	Mar-Jue-Sab
	Malagana (san Antonio del monte)	Mar-Jue-Sab
	Puerta de San German (Morelos)	Mar-Jue-Sab
	San José de los sapos	Mar-Jue-Sab
	San José del mal paso	Miércoles
	Mini deportiva	Sábado

Tabla No. IV.3.3.1.2.13. *Localidades atendidas por la ruta XIII. Fuente: SIAP.*

El servicio de recolección en zonas rurales se presta en horario matutino, cabe mencionar que en las zonas más alejadas el servicio se realiza una sola vez, además casi todos los vehículos recolectores tienen una capacidad de 8 toneladas de capacidad y de cajas abiertas a excepción del vehículo ocupado para la ruta 5.

A partir de lo que muestran las imágenes anteriores, se enlistan una serie de anomalías, que afectan y encarecen el servicio de recolección que se lleva a cabo en la Ciudad de León.

- Los vehículos presentan deterioro importante en el 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 de la ciudad.

- 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.

IV.3.3.2. ENCIERRO MUNICIPAL.

El sistema Integral de Aseo Público (SIAP), tiene una flotilla de vehículos recolectores que se ocupan principalmente para la recolección de residuos de manejo especial.

Esta flotilla se resguarda en un espacio dentro de las instalaciones del SIAP, además, también cuentan con un taller para el mantenimiento de los vehículos.

Es importante mencionar que dentro de las instalaciones del encierro se realiza separación de subproductos con valor comercial, para su venta en centros de acopio. En las siguientes imágenes se describe a detalle, las anomalías que se encontraron.

Imagen No. IV.3.3.2.1. y IV.3.3.2.2. *Se encontraron partes de cajas y de chasis dispersas por toda la superficie del encierro.*

Imagen No. IV.3.3.2.3. y IV.3.3.2.4. *Se encontraron vehículos recolectores y maquinaria pesada averiada, en abandono y con signos de ser canibalizada.*

Imagen No. IV.3.3.2.5. *También se observó, vehículos descompuestos con residuos en la caja, lo que propicia la generación de malos olores y vectores contaminantes.*

Imagen No. IV.3.3.2.6. *Cabe señalar que el encierro no cuenta con una techumbre o algo similar para proteger a los vehículos de las condiciones climatológicas.*

Imagen No. IV.3.3.2.7. *Se encontraron depósitos de desperdicios, lo cual serviría de albergue para la proliferación de fauna nociva.*

IV.3.3.3. EVALUACIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN.

Con el fin de conocer de manera general el comportamiento logístico del servicio de recolección y tener elementos que permitan evaluar la eficiencia del servicio y sus costos operacionales; se llevaron a efecto 6 estudios de tiempos y movimientos, 3 en las rutas de recolección de la empresa GISA y las otras 3 de la empresa PASA., el procedimiento fue el seguimiento de 6 vehículos recolectores (3 por cada empresa), con el fin de ver como se realiza dicha actividad.

Después de realizar la actividad de seguir al vehículo recolector, se trazó la ruta en el programa Google earth la ruta oficial y la ruta que se realizó, con el fin de verificar el cumplimiento de cada una de las rutas, dando como resultado 6 imágenes que se muestran a continuación, donde observan diferencias entre las rutas planeadas y las ejecutadas. La ruta oficial se trazó en color verde y la ruta ejecutada se hizo en color purpura.

Sumado a lo anterior, en cada una de las imágenes, se agregó un cuadro con datos básicos como son el nombre de la empresa propietaria del vehículo recolector, la ruta asignada, la zona, el turno, la frecuencia de recolección, el kilometraje recorrido y por último el kilometraje oficial.

Imagen No. IV.3.3.3.1. *Trazo oficial de la ruta 6 vs ruta realizada. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Imagen No. IV.3.3.3.2. *Trazo oficial de la ruta 21 vs ruta realizada. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Imagen No. IV.3.3.3.3. *Trazo oficial de la ruta 10 vs ruta realizada. Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.*

Según lo observado, prácticamente todos los operadores de los vehículos recolectores en mayor o menor medida, no siguen a cabalidad el trazo de la ruta, esto ocurre por varios factores, algunos son; por calles cerradas u obstruidas por la población, calles en mal estado, calles muy estrechas, por vehículos mal estacionados en calles cerradas y en bocacalles, así como por vialidades obstruidas.

Es importante comentar, que los vehículos transitan por calles sin pavimentar; esto lo que representa un grave problema principalmente en temporada de lluvias, ya que los vehículos recolectores tienen que sortear grandes dificultades para transitar, a tal grado que se han quedado embancados en el lodo, lo cual violenta el servicio de recolección, sin mencionar las afectaciones físicas y mecánicas que sufren dichos vehículos.

Además de lo anterior, los operadores realizan maniobras indebidas como transitar en sentido contrario, realizar movimientos de reversa innecesarias en algunas calles para cumplir con el servicio.

Como parte de la evaluación de las rutas, fue cuantificarlas en términos económicos, se realizó el cálculo del costo horario de los 2 modelos de vehículos recolectores del año 2015 utilizados para la recolección, como se muestra en el siguiente cuadro resumen, obteniéndose un costo horario de $585.33 por hora para el vehículo con una capacidad de 20 yd^3 y de 696.39 para el vehículo de 25 yd^3 de capacidad, considerando un sueldo del chofer de $200.00 por jornada.

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES				
CODIGO:	CAM01			
MAQUINA:	CAMIÓN RECOLECTOR CAJA TRASERA DE 20 YD³ POTENCIA DE 210 HP			
MODELO:	2015			
Va = Valor de adquisición	1,508,000.00	Pn = Potencia nominal	210	hp
Vll = Valor de llantas	60,326.00	Tipo de Combustible	Diesel	
Vn= Valor neto	$1,447,674.00	Pc = Precio de combustible:	20.96	Litro
% r= porcentaje de rescate	65%			
Vr = Valor de rescate (Vn * %r)	$940,988.10	Fo = Factor de operación	0.8	
Ti = Tasa de interés anual	16%	Grupo(I o II o III)		
Ps = Prima de seguros anual	4%	Cc = Capacidad de cárter	39	litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.8	Tc = Tiempo de cambio de aceite	1000	horas
Ve = Vida económica (años)	7	Fl = Factor de lubricante	0.002	
Ha = Horas efectivas al año	2,400	Pa = Precio de aceite	52.5	Litro
		Hv = Vida económica de llantas	2400	horas
Nota: Las horas corresponden a tiempo efectivo de trabajo				

CARGOS FIJOS		
Depreciación	D = (Vn-Vr)/Ve =	$30.16
Inversión	I = [(Vn+Vr)/2Ha]Ti =	$79.62
Seguros	S = [Vn+Vr/2Ha]Ps =	$19.91
Mantenimiento	M = Fm * D =	$24.13
	SUBTOTAL	**$153.82**

CARGOS POR INSUMOS		
Combustible	C = Fo * Pn * Pc =	$352.13
Lubricante	L = [(Cc/Tc) + (Fo*Fl)Pn]Pa =	$19.69
Llantas	V = Vll/Hv =	$25.14
Piezas especiales	Ae = Pa/Va = $0 / 0	$0.00
	SUBTOTAL	**$396.95**

CARGOS POR OPERACION		
	JORNADA	**$/HORA**
Chofer	$ 270.00	$33.75
Implementos	$ 6.50	$0.81
	SUBTOTAL	**$34.56**

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA EN PESOS AL 2019	**$ 585.33**

ANALISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA

DATOS GENERALES				
CODIGO:	CAM02			
MAQUINA:	CAMIÓN RECOLECTOR CAJA TRASERA DE 25 YD³ POTENCIA DE 260 HP			
MODELO:	2015			
Va = Valor de adquisición	1,624,000.00	Pn = Potencia nominal	260	hp
Vll = Valor de llantas	94,798.00	Tipo de Combustible	Diesel	
Vn= Valor neto	$1,529,202.00	Pc = Precio de combustible:	20.96	Litro
% r= porcentaje de rescate	65%			
Vr = Valor de rescate (Vn * %r)	$993,981.30	Fo = Factor de operación	0.8	
Ti = Tasa de interés anual	16%	Grupo(I o II o III)		
Ps = Prima de seguros anual	4%	Cc = Capacidad de cárter	39	litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.8	Tc = Tiempo de cambio de aceite	1000	horas
Ve = Vida económica (años)	7	Fl = Factor de lubricante	0.002	
Ha = Horas efectivas al año	2,400	Pa = Precio de aceite	52.5	Litro
		Hv = Vida económica de llantas	2400	horas
Nota: Las horas corresponden a tiempo efectivo de trabajo				

CARGOS FIJOS		
Depreciación	D = (Vn-Vr)/Ve =	$31.86
Inversión	I = [(Vn+Vr)/2Ha]Ti =	$84.11
Seguros	S = [Vn+Vr/2Ha]Ps =	$21.03
Mantenimiento	M = Fm * D =	$25.49
	SUBTOTAL	$162.48

CARGOS POR INSUMOS		
Combustible	C = Fo * Pn * Pc =	$435.97
Lubricante	L = [(Cc/Tc) + (Fo*Fl)Pn]Pa =	$23.89
Llantas	V = Vll/Hv =	$39.50
Piezas especiales	Ae = Pa/Va = $0 / 0	$0.00
	SUBTOTAL	$499.35

CARGOS POR OPERACION	JORNADA	$/HORA
Chofer	$ 270.00	$33.75
Implementos	$ 6.50	$0.81
	SUBTOTAL	$34.56

COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA EN PESOS AL 2019	$ 696.39

Con los datos recabados en el seguimiento de las rutas, también se construyó una tabla de rendimientos y costos donde se presenta la evaluación de cada uno de los 6 vehículos recolectores.

UNIDADES DE ESTUDIO							
CONCEPTO	GISA				PASA		
	RUTA	21	10	6	164	126	76
VEHÍCULO	MATRICULA	GD4855A	GP03589	GN81807	GD7646A	GD7608A	GD7646A
ORIGEN	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO
DESTINO		SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"
HORARIO DE TRABAJO OFICIAL	JOR	6:00 A 15:00	5:00 A 14:00	20:00 a 5:00	20:00 A 5:00	6:00 A 15:00	6:00 A 15:00
CONDICION INICIAL DE LA UNIDAD		VACIA	VACIA	VACIA	VACIA	VACIA	VACIA
HORARIO REAL DE TRABAJO		(6:20 AM. A 15:35 P.M.)	(5:30 A.M. A 12:47 P.M.)	(20:10 P.M. A 12:53 A.M.)	(8:20 P.M. A 3:47 A.M.)	(6:10 AM. A 13:17 P.M.)	(6:28 A.M. A 13:17 P.M.)
INICIO DE LABORES		DEMORA DE 20 MIN	DEMORA DE 30 MIN	DEMORA DE 10 MIN	DEMORA DE 20 MIN	DEMORA DE 20 MIN	DEMORA DE 30 MIN
TIEMPO DE TRANSITO EN RUTA	HRS	06:40:00	05:13:41	03:06:00	05:52:22	05:43:00	05:13:41
TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN EN PARADAS	MIN	00:01:51	00:05:41	00:03:23	00:32:00	00:03:12	00:03:52
No. DE PARADAS EN LA RUTA	#	12	31	20	34	10	13
T. I. PARA DESAYUNAR	HRS	00:25:00	00:31:00	00:15:00	00:25:00	00:00:00	00:00:00
T. I. DE TRANSITO AL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	HRS	00:31:00	00:29:00	00:25:00	00:33:00	00:07:00	00:42:00
CAPACIDAD DE CARGA DE LA CAJA	YD^3	20	25	20	25	25	25
TONELADAS RECOLECTADAS	TON	9.1	8.91	7.09	11.93	11.82	12.45

T. I. EN EL SITIO DE DISPOSICION FINAL	HRS	00:51:00	00:12:00	00:10:00	00:12:00	00:36:00	00:15:00
A RUTA Ó AL RESGUARDO		RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO
T. I. DE TRANSITO AL SITIO DE RESGUARDO	HRS	00:48:00	00:52:00	00:47:00	00:25:00	00:41:00	00:39:00
CONDICION FINAL DE LA UNIDAD	HRS	VACIO	VACIO	VACIO	VACIO	VACIO	VACIO
TIEMPO DE PERIODO LABORAL REAL	HRS	09:15:00	07:17:41	04:43:00	07:27:22	07:07:00	06:49:41
HORAS EFECTIVAS LABORALES	HRS	05:59:00	03:08:41	02:00:00	02:24:22	05:29:00	03:39:41
HORAS IMPRODUCTIVAS EN RUTA	HRS	02:35:00	02:04:00	01:37:00	01:35:00	01:24:00	01:36:00
HORAS IMPRODUCTIVAS INJUSTIFICADAS	HRS	00:41:00	02:05:00	01:06:00	03:28:00	00:14:00	01:34:00
CANTIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS POR HORA	T	1.08	1.17	1.58	1.66	1.89	2.04
COSTO POR TONELADA	PESOS	459	459	459	450	450	450
COSTO POR TONELAJE RECOLECTADO	PESOS	4176.9	4089.69	3254.31	5368.5	5319	5602.5
COSTO HORARIO DEL CAMIÓN	PESOS	585.33	696.39	585.33	696.39	696.33	696.33
COSTO POR JORNADA	PESOS	5414.30	5071.81	2761.00	5188.11	4957.87	4748.97
COSTO POR HORAS EFECTIVAS	PESOS	3500.27	2193.63	1170.66	1671.34	3815.89	2541.60
COSTOS POR HORAS IMPRODUCTIVAS	PESOS	1510.15	1434.56	942.38	1100.30	974.86	1114.13
COSTOS POR HORAS INJUSTIFICADAS	PESOS	398.02	1448.49	643.86	2414.38	160.16	1091.15
PESO BRUTO VEHÍCULAR	KG	15875.7	23587	15875.7	23587	23587	23587
PESO DEL CAMIÓN EN EL SITIO	KG	19580	22980	18480	23620	24260	27240
DIFERENCIA	KG	3704.3	-607	2604.3	33	673	3653

IV.3.3.4. EMISIONES DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE GENERADAS POR LA ACTIVIDAD DE LA RECOLECCIÓN.

El 6 de junio de 2012 se publicó la *Ley General de Cambio Climático (LGCC)* que entró en vigor en el mes de octubre del mismo año, Dicha ley establece la creación de diversos instrumentos de política pública, entre ellos, el *Registro Nacional de Emisiones (RENE)* y su reglamento, que permitiría compilar la información necesaria en materia de emisión de *Compuestos y Gases Efecto Invernadero (CyGEI)* de los diferentes sectores productivos del país.

Cabe mencionar que este reglamento establece la creación de acuerdos que definirán los aspectos técnicos para la operación del registro. Uno de estos acuerdos, el de *Agrupación de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero*, así como su *Potencial de Calentamiento Global (PCM)*, identifica cada una de las sustancias químicas conforme a una denominación internacionalmente aceptada y definida por asociaciones especialistas en la materia. Además, contempla la formula y la familia química a las que pertenece la sustancia, así como su potencial de calentamiento global, mismo que es congruente con el publicado en cada uno de los reportes de evaluación del *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* en inglés.

El grupo *Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)* utiliza el concepto de *Potencial de Calentamiento Mundial (PCM)* como unidad de medición para comparar la capacidad que distintos gases tienen para atrapar la radiación solar en la atmosfera en comparación con el *dióxido de carbono (CO_2)*. Cuando más elevado sea el PCM de una sustancia, mayor es su eficacia para atrapar la radiación infrarroja en la atmosfera distingue las sustancias de PCM elevado de las alternativas con un PCM menor tomando como referencia las medidas del PCM a lo largo de un periodo de 100 años.

Los diferentes sectores económicos (energía, industrial, transporte, agropecuario, residuos y comercios y servicios) deberán de reportar obligatoriamente sus emisiones directas e indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero de todas sus instalaciones cuando excedan las 25, 000 *toneladas de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e)*.

Para calcular las emisiones de CO_2 equivalente emitidas lo primero que se realizo fue saber el consumo de combustible anual de los camiones recolectores y la maquinaria pesada utilizada para la operación del sitio de disposición final, como a colación, se tomó solamente el consumo de combustible de los vehículos recolectores de la zona urbana ya que el consumo de los vehículos recolectores que prestan servicios en las zonas rurales no fue proporcionado.

ACTIVIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE ANUALES (LITROS).
Recolección	1,764,892.83
Disposición final	372,617.00
total	**2,137,509.83**

Fuente: Sistemas de Ingeniería y Control Ambiental.

Es importante mencionar que este consumo de combustible es solamente de operación, además el consumo registrado en la actividad de recolección es la suma de los consumos por parte de las empresas PASA (1, 071, 264.80 litros anuales) y GISA (693, 628.03 litros anuales) encargadas de la recolección domiciliaria en la zona urbana del municipio.

En la siguiente tabla, se muestra las emisiones de dióxido de carbono equivalentes que son emitidas por los vehículos recolectores de la zona urbana del municipio, así como la maquinaria pesada y equipos ocupados en la operación del sitio de disposición final.

ACTIVIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE ANUALMENTE POR ACTIVIDAD	PODER CALORÍFICO DEL COMBUSTIBLE EN (MJ/BL)	NO. DE BARRILES DE COMBUSTIBLE CONSUMIDOS EN EL AÑO	MJ/BL	DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EMITIDOS ANUALMENTE EN (KG)	DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EMITIDOS ANUALMENTE EN (T)
DISPOSICIÓN FINAL	372,617.00	6,037.00	2,343.69	14,148,885.31	1,048,432.40	1,048.43
RECOLECCIÓN	1,071,264.80	6,037.00	6,738.07	40,677,700.68	3,014,217.62	3,014.22
RECOLECCIÓN	693,628.00	6,037.00	4,36 2.80	26,338,205.24	1,951,661.01	1,951.66
TOTAL	**2,137,509.80**		**13,444.56**	**81,164,791.23**	**6,014,311.03**	**6,014.31**

Fuente: Sistemas de Ingeniería de Control Ambiental.

Los resultados de la tabla anterior son considerando la actualidad del servicio de recolección ya que no habiendo una estación de transferencia los vehículos recolectores forzosamente tienen que ir al sitio de disposición final del municipio, lo que origina que los vehículos tengan que recorrer grandes distancias y por lo tanto un consumo excesivo de combustible.

Ahora bien, tomando en consideración la misma actividad de recolección con la operación de 2 estaciones de transferencia:

ACTIVIDAD	LITROS CONSUMIDOS EN EL AÑO	PODER CALORIFICO DEL COMBUSTIBLE (MJ/BL)	NO. DE BARRILES DE COMBUSTIBLE CONSUMIDOS EN EL AÑO	MJ/BL	DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EMITIDOS ANUALMENTE EN (KG)	DIÓXIDO DE CARBONO EMITIDOS EQUIVALENTE ANUALMENTE EN (T)
DISPOSICIÓN FINAL	372,617.00	6,037.00	2,343.69	14,148,885.31	1,048,432.40	1,048.43
RECOLECCIÓN	749,885.36	6,037.00	4,716.65	28,474,390.47	2,109,952.33	2,109.95
RECOLECCION	485,539.60	6,037.00	3,053.96	18,436,743.67	1,366,162.71	1,366.16
Total	**1,608,041.96**		**10,114.30**	**61,060,019.45**	**4,524,547.44**	**4,524.55**

Fuente: Sistemas de Ingeniería de Control Ambiental.

Como se puede observar, la falta de infraestructura de transferencia en el municipio ocasiona que se emitan aproximadamente 1,489 toneladas de dióxido de carbono equivalente cada año, lo cual contribuye a la contaminación del aire de la ciudad de León y en consecuencia podría generar afectaciones a la salud de los leoneses.