



VI. PROPUESTAS PARA EL FORTALECIMIENTO DE LA GESTIÓN Y PLANEACIÓN ESTRATÉGICA.

VI.1. PLANTEAMIENTO INTEGRAL DEL ORDENAMIENTO DE LA RECOLECCIÓN.

Primeramente, se deberá establecer una división de las áreas por servir, aprovechando el trazo de las barreras o fronteras naturales de la ciudad, para definir polígonos de diferentes dimensiones y poder contabilizar los establecimientos y las viviendas donde reside la población, como si fueran células o unidades generadoras de residuos. Los principales criterios empleados para realizar la división de las áreas por servir fueron:

- Las fronteras naturales como son los ferrocarriles, carreteras o calles muy transitadas y los ríos o canales que atraviesen al municipio.
- Las diferentes densidades de población y tipo de basura que generan los habitantes del municipio.
- El tiempo y la distancia empleados para un viaje redondo hasta el sitio de disposición final.

Este planteamiento permitirá, lograr una asignación con sentido común, del equipamiento que se requerirá para cada uno de los polígonos que resultaron de dicha discretización.

Una vez realizada la división de las áreas y habiendo obtenido los polígonos (unidades generadoras de residuos), se contabilizaron las manzanas existentes en cada uno de ellos empleando el mapa interactivo "Espacio y datos de México" del INEGI, considerando para ello las denominadas áreas geoestadísticas básicas urbanas (AGEB) del municipio de León. Con el número de manzanas de cada polígono se obtuvo su población correspondiente, así como la generación de basura utilizando la generación per cápita de residuos obtenida con los estudios descritos en el capítulo III. Con la generación total de residuos de cada polígono se determinaron, el número de viajes-vehículo considerando un peso volumétrico de los residuos en el vehículo de 0.450 kg/m^3 y unidades recolectoras con capacidades de 20 yd^3 y 25 yd^3 .

En el Anexo "Cartografía y planos, 3. Propuestas" se presenta un plano con la discretización de los polígonos incluyendo los parámetros antes señalados, al cual denominaremos plano de macroruteo (PLANEACIÓN ÁREAS DE LA CIUDAD DE LEÓN DE LOS ALDAMA GTO). La imagen No. VI.1.1. es una copia reducida de dicho plano.



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

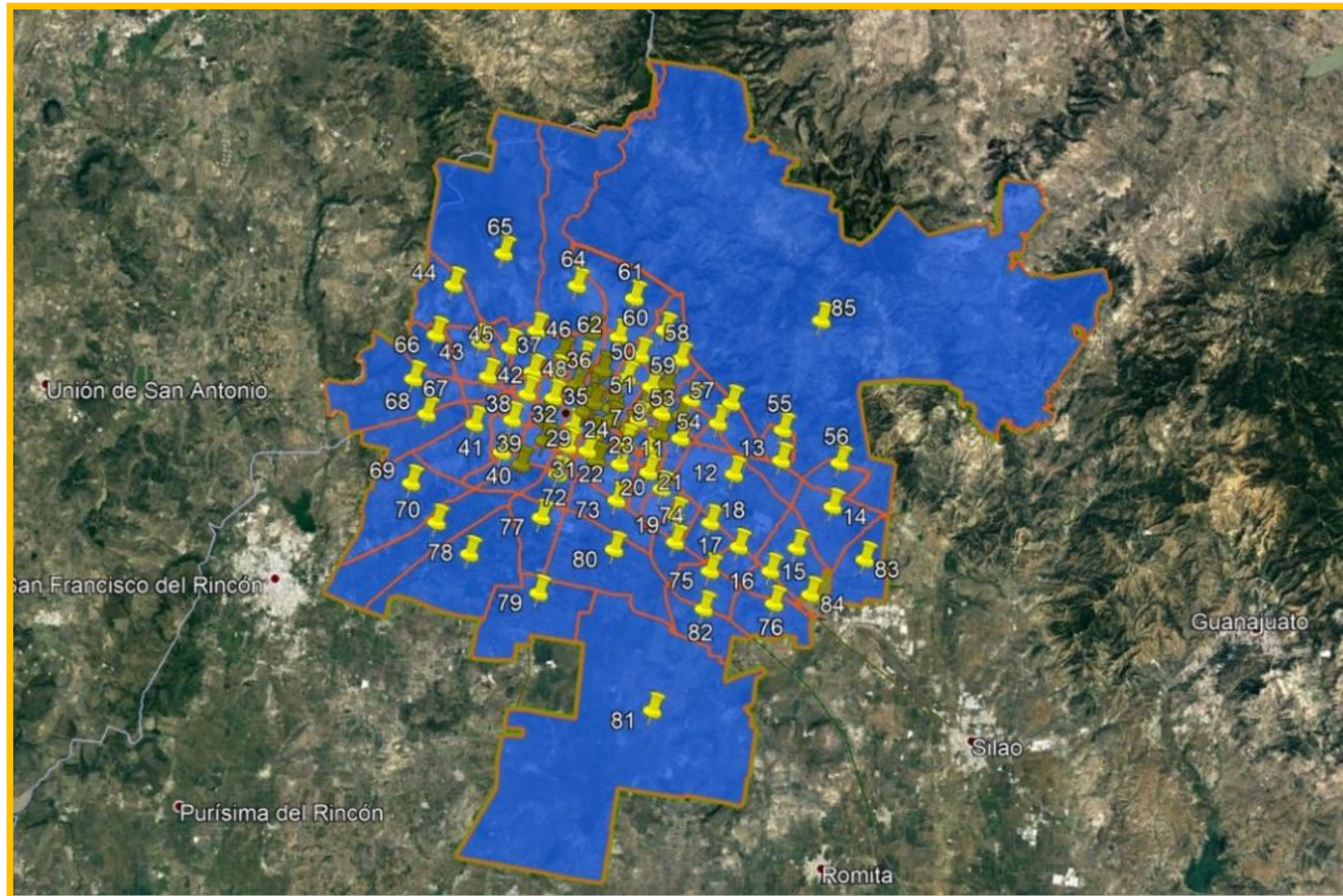


Imagen No. VI.1.1. Distribución de áreas de León.



Por otro lado, de acuerdo con los estudios de tiempos y movimientos, se pudo observar que no existen criterios que consideren las características intrínsecas de las áreas por servir, por lo que es necesario identificar los criterios que permitan estandarizar los servicios.

Por tanto, los criterios que deberán ser considerados para llevar a cabo la planeación estratégica de los servicios de aseo urbano, aprovechando la división de áreas por servir de la Imagen No. VI.1.1, se describen a continuación:

- 1er Criterio: Recolección diaria y cada tercer día (Imagen No. VI.1.2.) En el anexo "1ER C. PLANEACIÓN ÁREAS DE LA CIUDAD LEÓN DE LOS ALDAMA" se presenta a detalle la propuesta.
- 2do Criterio: Recolección de acera por carga trasera o por contenedores (Imagen No. VI.1.3.) En el anexo "2DO C. PLANEACIÓN ÁREAS DE LA CIUDAD LEÓN DE LOS ALDAMA" se presenta la propuesta considerada.
- 3er Criterio: Recolección diurna o nocturna (Imagen No. VI.1.4.) En el anexo "3ER C. PLANEACIÓN ÁREAS DE LA CIUDAD LEÓN DE LOS ALDAMA" se presenta la propuesta para tal fin.

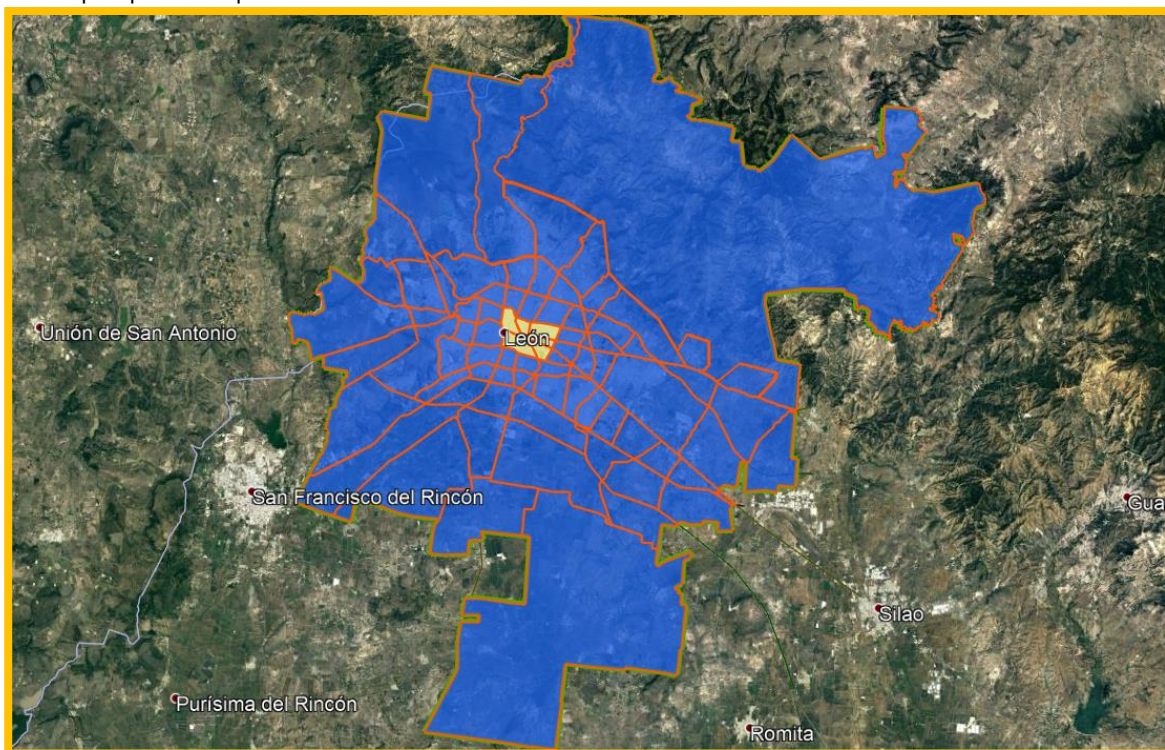


Imagen No. VI.1.2. 1er Criterio de planeación estratégica.



Para este criterio se muestran en color amarillo las áreas propuestas para una recolección diaria, mientras que las áreas en color azul tendrán una recolección cada tercer día.

Las consideraciones tomadas para esta propuesta son las siguientes:

- Las zonas identificadas de color amarillo por ser la zona centro de la ciudad, presentan una serie de particularidades entre ellas una generación mayor de residuos a las demás zonas identificadas, debido a las actividades propias que en ella se efectúan y a la gran afluencia de personas que concurren en ella.

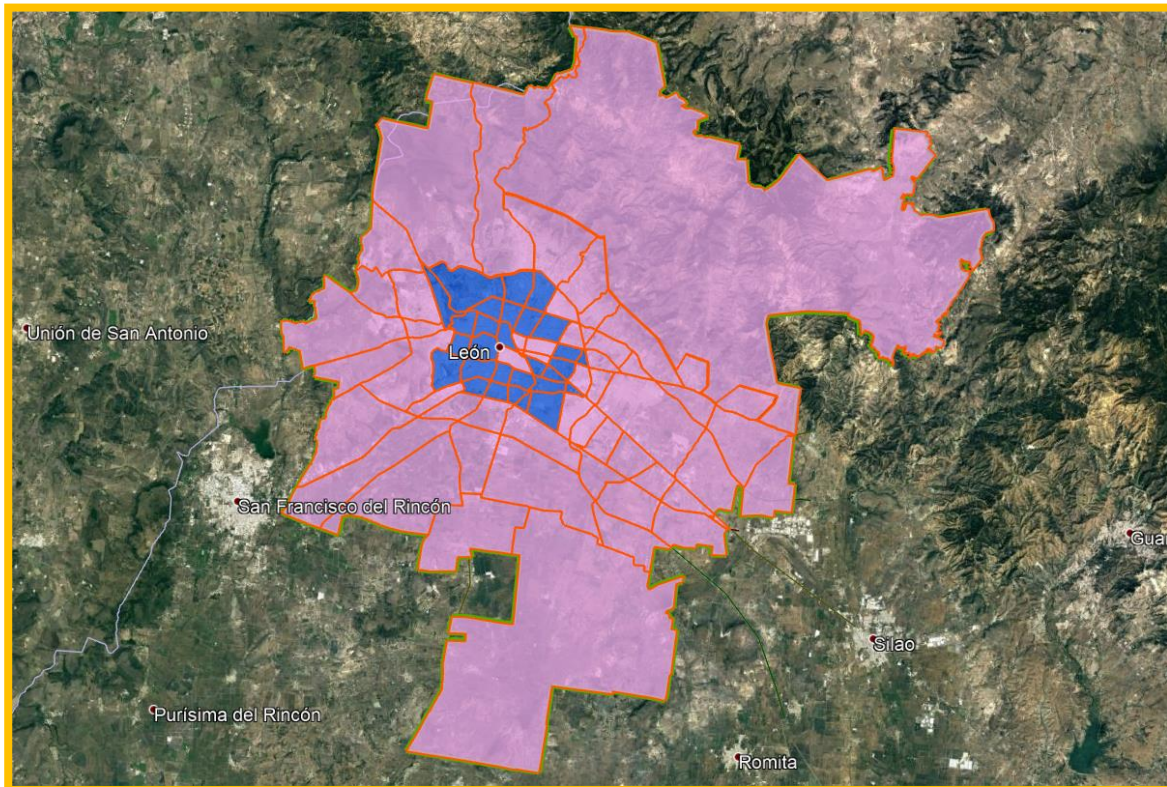


Imagen No. VI.1.3. 2do Criterio de planeación estratégica.

Para el segundo criterio se muestran en color rosáceo las áreas propuestas para una recolección por contendedores, el resto de las áreas en color azul tendrán una recolección de acera empleando vehículos de carga trasera.

Las consideraciones tomadas para esta propuesta son las siguientes:



- Por ser áreas con una densidad de población baja en una extensión territorial extensa, se propone usar contenedores para evitar recorrer grandes distancias con los vehículos recolectores, que actualmente emplean el método de acera.
- Las zonas identificadas de color rosáceo serán áreas con rutas de recolección que permitirán difundir el método de contenedores en toda la ciudad.
- Las áreas establecidas en la propuesta serán la base para elaborar un programa de valoración para introducir dicho método en toda la ciudad.
- En los recorridos que se realizaron, se observó un porcentaje considerable de vialidades de difícil acceso y sin pavimentar, específicamente en las áreas periféricas de la ciudad.
- En el estudio de tiempos y movimientos se encontraron en las áreas propuestas, calles cerradas con contenedores y rejas. Además, se identificó la acumulación de residuos sobre la vía pública en estos mismos puntos.

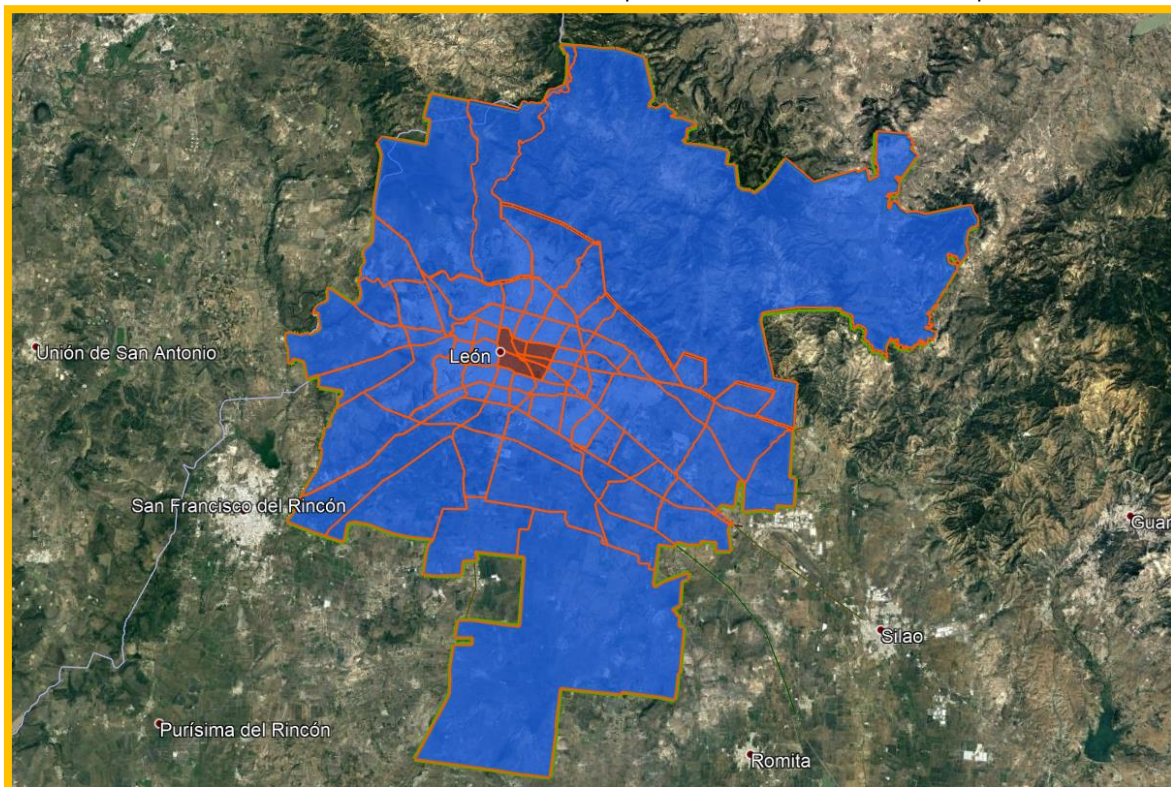


Imagen No. VI.1.4. 3er Criterio de planeación estratégica.



En cuanto al tercer criterio, en color guinda se muestran las áreas propuestas para recolección nocturna, mientras que las áreas en color azul las de recolección diurna.

Las consideraciones tomadas para esta propuesta son las siguientes:

- Las zonas identificadas de color guinda, zona centro de la ciudad, presentan una serie de particularidades como ya se mencionó en el primer criterio; sin embargo, otro aspecto importante a considerar es que realizar la recolección durante un horario comprendido entre las 6:00 a las 21:00 horas resulta complicado, pero sobre todo improductivo, por la complejidad que se presenta al momento de realizar la recolección en una zona tan concurrida.

Por ello es recomendable realizarla en un horario nocturno, una vez que la zona se encuentre descongestionada para un libre tránsito de las unidades.

VI.2. PROPUESTA DE REGIONALIZACIÓN.

Para definir el manejo que debe dárseles, a los residuos sólidos generados en el Municipio de León de los Aldama, Gto.; privilegiando los tres grandes principios de la sustentabilidad "ambiente-población-economía"; es necesario definir los criterios que permitan el mejor aprovechamiento de las instalaciones a desarrollar, considerando sobremanera la optimización que brinda la aplicación de la "Economías de Escala".

Para ello se aplicará un análisis que permita precisar el radio de cobertura máximo, para ejecutar el transporte de la basura en forma directa entre las fuentes generadoras de basura y cualquier infraestructura para el manejo de ella; a partir de la cual sea necesaria la instalación de una estación de transferencia o de un sitio de disposición final de residuos sólidos. Dicho análisis se presenta a continuación:

a) Costos de Adquisición de los Equipos de Recolección y Transferencia:

- ♣ Equipo de recolección (compactador de carga trasera de 12 m³ de capacidad).

Chasis.....	\$1, 200,000 M/N.
Carrocería.....	\$650,000 M/N.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

Costo Total. \$1, 850,000 M/N.

- ♣ Equipo de transporte y transferencia (tracto - camión con carrocería de 60 m³ de capacidad).

Tracto camión. \$ 1,650,000 M/N.

Contenedor. \$ 680,000 M/N.

Costo Total. \$ 2, 330,000 M/N.

b) Capacidad de Carga de los Equipos de Recolección y Transferencia:

Equipo de recolección. 6.88 Ton.

Equipo de transporte y transferencia. 22 Ton.

c) Sueldos de los Operadores de los Equipos de Recolección y Transporte¹:

Operador. \$ 350.00 M.N. por Jornal.

Peón. \$ 250.00 M/N por Jornal.

d) Costos de Combustibles y Lubricantes con I.V.A²:

Gasolina. \$ 19.89 M/N Litro.

Diesel. \$ 20.59 M/N Litro.

Aceite para Motores a Diesel. \$ 94 M/N Litro.

e) Personal que compone las Flotillas de los Equipos de Recolección y Transferencia:

- ♣ Equipo de Recolección³

1 Operador

2 Macheteros

- ♣ Equipo de Transferencia y Transporte

1 Operador.

¹ Información establecida por SICAM, 2019.

² Costo actual del combustible.

³ Personal mínimo necesario para operar correctamente los equipos de recolección y transferencia.



Otra información complementaria considerada:

Vida económica de los equipos ⁴	7 años
Valor residual de los equipos ⁵	25 % costo de adquisición.
Horas de trabajo anuales de los equipos ⁶	2,496 horas
Tasa de interés anual ⁷	21 %
Prima de seguro ⁸	4 %
Coeficiente de mantenimiento para los equipos de recolección y transferencia ⁹	50 % del cargo por Depreciación.
Horas de operación de neumáticos.	2,000 hr
Horas de operación de batería ¹⁰	3,000 hr

f) Cálculo de los costos de operación de los equipos de recolección y transferencia.

A partir de la información señalada se realizó el cálculo de los costos horarios de los equipos de recolección y transferencia. (Ver Anexo A).

- Costo horario del equipo de transferencia¹¹.....\$ 1151.23 M/N.
- Costo horario del equipo de recolección¹² \$870.77 M/N.

Expresando estos costos en \$ / Ton-min, tenemos:

- Costo de la tonelada manejada en equipo de transferencia

⁴ Considerando que la vida del motor de un vehículo, es de 14,000 a 16,000 hrs. (dato del fabricante); y las horas de trabajo efectivas varían de 2,000 a 2,496, la vida económica resultante es de 7 años.

⁵ Considerando que este tipo de vehículos no son muy comerciales, se consideró un valor residual, recomendado por las aseguradoras, del 10% al 25% de su valor de adquisición.

⁶ Obtenidas restando domingos y días festivos de 1 año

⁷ Tasa de interés bancaria para créditos automotrices, 2018.

⁸ Información tomada del costo de la prima de seguros de cobertura amplia, Asociación Mexicana de Aseguradoras, 2019.

⁹ 50% del cargo de Depreciación, variando con respecto al tiempo de trabajo (7% anual).

¹⁰ Información consultada con los fabricantes de acumuladores.

¹¹ Ver cálculo de costo horario.

¹² Ver cálculo de costo horario.



$$(1,151.23/60) / (22.00 \text{ ton.}) = \$ 0.87 \text{ Ton-min.}$$

- Costo de la tonelada manejada en equipo de recolección
 $(870.77/60) / (6 \text{ ton.}) = \$ 2.42 \text{ Ton-min.}$

g) Cálculo del costo de inversión de la estación de transferencia¹³.

Para este cálculo, se consideraron costos de construcción promedio, estudios, proyectos de ingeniería y costos de equipamiento para inversión y operación los cuales se reportan a continuación:¹⁴

- Costo de inversión en estudios y proyectos de ingeniería.....\$ 5 ,000, 000.00 M/N.
- Costo de inversión obras civiles y (vialidades, oficinas, señalamientos, edificio de transferencia, anclaje de tolvas, techumbre en tolvas etc.)\$ 30,000,000 M/N.

h) Para calcular los cargos fijos por inversión y depreciación de la estación de transferencia, se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

- Capacidad de transbordo = 500 Ton/día
- Operación de la estación = 16 horas
- Tasa de interés mensual = 3.0 %
- Valor de rescate = 25 %
- Costo de inversión = \$ 35,000,000 M/N
- Vida útil = 40 años
- Periodo de trabajo = 52 semanas / año, 26 días / mes y 6 días por semana.

- Costo diario por concepto de Inversión de infraestructura.

$$Cf = \frac{\text{Costo de estación}}{\text{vida útil en días}} = \frac{35,000,000}{40 \text{ años} * 12 \text{ meses} * 26 \text{ días}} = \frac{\$ 2,804.49}{\text{día}}$$

Por lo tanto, el costo fijo debido a la estación de transferencia, será:

¹³ No incluye el costo del terreno.

¹⁴ Indicadores de un análisis de costos de construcción de una estación de transferencia por SICAM, 2017.



$$C_f = \$ 2,804.49/\text{día}$$

Expresando este costo en términos del tonelaje de basura que podrá manejar la estación, se tiene:

$$C_f = \$ 2,804.49 / 500 = \$ 5.60 / \text{ton.}$$

i) Cálculo del costo de operación de la estación de transferencia¹⁵.

Este costo se refiere principalmente al personal y los implementos requeridos para la operación de la instalación, amén de algunos otros gastos de tipo administrativo. El costo diario por tal concepto, es de alrededor de: \$10,000/día. Expresando este costo, en función del tonelaje de basura a manejar en la estación, se tiene:

$$C_u = (\$10,000) / (500) = \$ 20.00 / \text{Ton.}$$

j) Cálculo del costo de inversión de equipo y maquinaria de la estación de transferencia¹³.

Para la recepción de las 500 ton/día en la estación de transferencia, se propone la instalación de dos tolvas de descarga, dejando una tercera para una demanda mayor a futuro. A continuación, se presenta el desglose de los requerimientos a instalar como parte del equipamiento necesario para dichas tolvas.

- Costo de inversión para la adquisición del equipo que se instalará en la estación de transferencia.

2 tolvas.....	\$ 2,000,000 M/N.
Amarres.....	\$ 250,000 M/N.
Costo total.....	\$2,250,000 M/N.

Considerando que para una estación de transferencia que opera actualmente en Nogales, Son., el tiempo del ciclo completo del traslado de los residuos es de 2 hrs (estación - sitio de disposición - estación), semejante al que ocurriría en la

¹³ Datos calculados en un análisis de costos de construcción de una estación de transferencia por SICA, 2019.

¹⁵ Información estimada por SICA.



Ciudad de León, Gto., un tractocamión podrá realizar 4 viajes por turno, trasladando 80 toneladas de residuos. Por tanto, para realizar el trasiego de hasta 500 toneladas de residuos, considerando una jornada de 10 horas, se requerirán 4 tractocamiones y al menos 10 contenedores (4 efectuando el traslado de la basura, 2 en tolvas, 2 en espera y 2 de reserva para cualquier eventualidad).

Para realizar la operación fluida de la estación de transferencia, será indispensable la adquisición de un remolcador que realice los cambios de contenedores en las tolvas, y la preparación de los mismos para su traslado. El costo de los equipos descritos anteriormente necesarios para el transporte de los residuos, se enlistan a continuación:

- Costo de inversión para la adquisición de equipo y maquinaria requerido para el transporte de los residuos.

10 contenedores.....	\$5,000,000 M/N.
4 tracto camiones.....	\$6,600,000 M/N.
1 remolcador.....	\$1,650,000 M/N.

Costo total.....\$13,250,000 M/N.

k) Para calcular los cargos fijos por inversión y depreciación del equipo y maquinaria de la estación de transferencia, se tomaron en cuenta las siguientes premisas:

- Capacidad de transbordo = 500 Ton/día
- Operación de la estación = 10 horas
- Tasa de interés mensual = 3.0 %
- Valor de rescate = 25 %
- Costo de inversión = \$ 15,500,000 M/N
- Vida útil = 10 años
- Periodo de trabajo = 52 semanas / año, 26 días / mes y 6 días por semana.

- Costo diario por concepto de Inversión de equipos y maquinaria

$$Cf = \frac{\text{Costo de estación}}{\text{Vida útil en días}} = \frac{15,500,000}{10 \text{ años} * 12 \text{ meses} * 26 \text{ días}} = \frac{\$ 4,967.95}{\text{día}}$$

Por lo tanto, el costo fijo debido a la estación de transferencia, será:



$$C_f = \$ 4,967.95 / \text{día}$$

Expresando este costo en términos del tonelaje de basura que podrá manejar la estación, se tiene:

$$C_f = \$ 4,967.95 / 500 = \$ 9.94 / \text{ton.}$$

Los costos agrupados antes calculados, se reportan a continuación:

- ♣ Costo de operación del equipo de recolección: \$2.42 M/N/Ton-Min.
- ♣ Costo de operación del equipo de transferencia: \$0.87 M/N/Ton-Min.
- ♣ Costo de inversión de la estación de transferencia: **\$5.60 M.N./Ton.**
- ♣ Costo de operación de la estación de transferencia: **\$20.00 M.N./Ton.**
- ♣ Costo de inversión de equipo y maquinaria de la estación de transferencia: **\$9.94 M.N./Ton.**

Costo total unitario de la estación de transferencia \$35.64 M.N./Ton.

Es importante señalar que la velocidad promedio que se establece para encontrar el punto de equilibrio es igual a 30 km/hr.

De acuerdo con la gráfica siguiente, el punto de equilibrio, a partir del cual no es conveniente realizar el trasiego de la basura con vehículos de recolección, coincide con un tiempo de viaje de 21 minutos equivalente a un radio de 10.5 Km. Por tanto, este parámetro, se utilizará para definir el área de influencia de las estaciones de transferencia. Ver Imagen No. VI.2.1.

Para ello el tiempo de viaje se convirtió en distancia, utilizando las velocidades registradas en las vialidades, entre el final de las rutas de recolección y el relleno sanitario; obteniéndose como resultado, una longitud que se utilizará para trazar el radio de influencia de la estación de transferencia.

El gráfico que se presenta en la Imagen No. VI.2.1, se construyó de la siguiente manera:

- ✚ El eje de las ordenadas, es una escala aritmética en donde la graduación se estableció considerando el costo del transporte por tonelada de basura, en \$ M.N./TON.

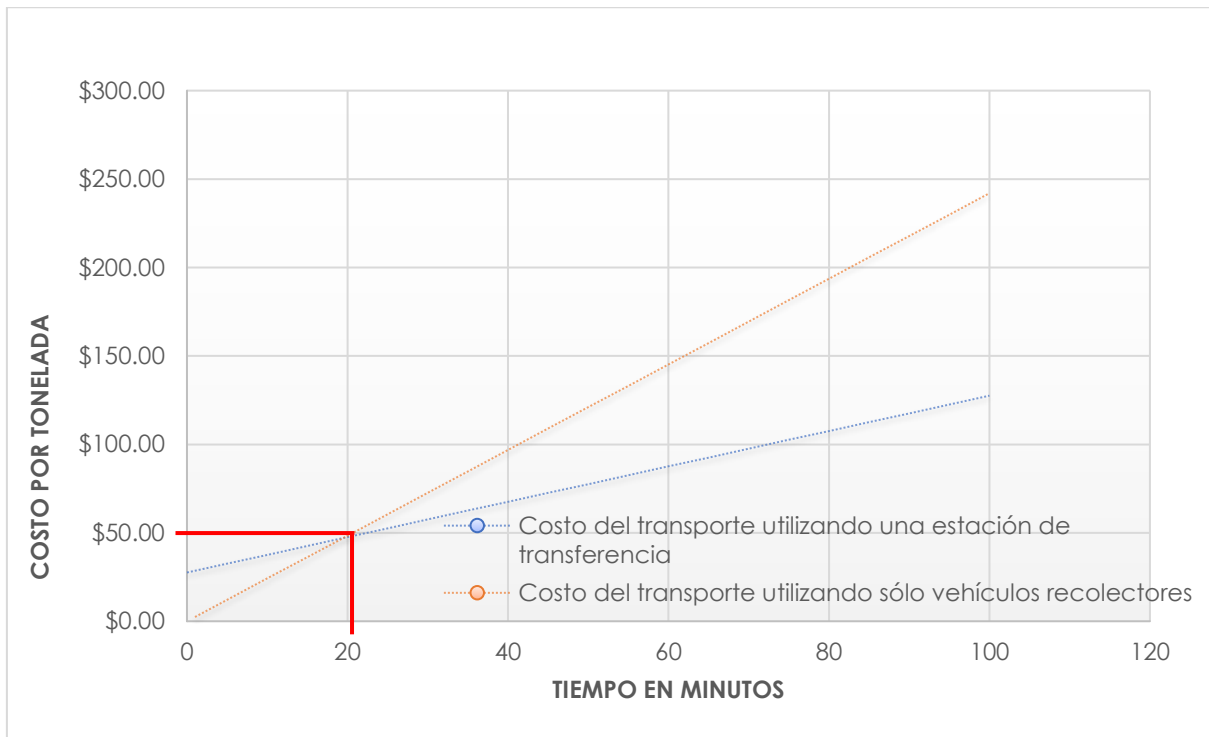


- + El eje de las abscisas de igual forma, es una escala aritmética que señala el incremento de los tiempos de transporte de los residuos, donde la escala esta graduada cada 5 minutos.
- + Sobre estos ejes cartesianos, se construyó la línea que define el costo de transporte del equipo de recolección, graficando los valores resultantes de multiplicar el costo unitario de operación de recolección (2.42 \$M.N./TON), por los valores de la escala de las abscisas.
- + De igual forma para el caso de la transferencia, se aplicó el mismo criterio solo que el origen del gráfico, a diferencia del equipo de recolección que fue el origen del eje cartesiano, inició a partir del costo de la inversión de la estación de transferencia, costo de operación de la estación de transferencia y costo de inversión del equipo y maquinaria para la estación de transferencia.

El cruce de las dos líneas, señala el punto de equilibrio a partir del cual no es conveniente transportar la basura en equipo de recolección y que definirá el radio de influencia de las instalaciones para el manejo de los residuos.



Imagen No. VI.2.1. Punto de equilibrio para definir el radio de influencia de las instalaciones



Fuente: Propia

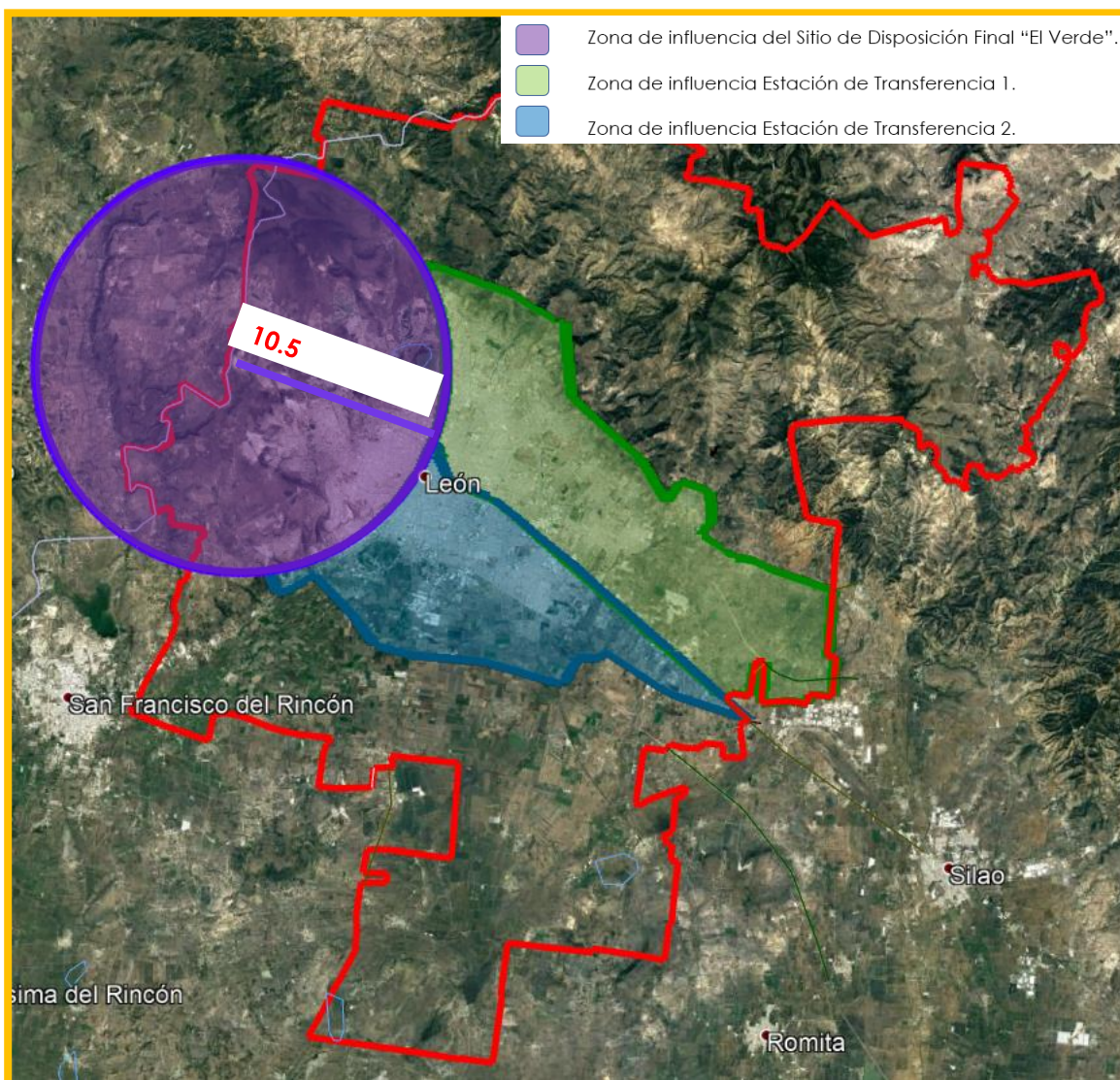


Imagen No. VI.2.2. Radio de influencia del sitio denominado "El Verde" Propuesto para la construcción de las Estaciones de Transferencia.



VI.3. ESQUEMA DE MANEJO PROPUESTO.

VI.3.1. ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

a) Almacenamiento Domiciliario.

Los cálculos para determinar el volumen de almacenamiento requieren de poca explicación por su secuencia lógica, por lo que la fórmula que se presenta a continuación, sirve únicamente como una ayuda nemotécnica para no olvidar alguno de los factores que intervienen:

$$V = (NGFs) / (Pf)$$

Donde:

V: Volumen de almacenamiento, en metros cúbicos

N: promedio de personas por casa habitación, en Hab.

G: generación promedio de residuos, en Kg. /Hab./día

P: peso volumétrico de los residuos, en Kg. /m³

f: frecuencia de recolección en séptimos (veces por semana).

Fs: factor de seguridad, adimensional.

Conviene adicionar al volumen calculado, un 30% por los incrementos de días pico o por intervalos de mayor duración. Sin embargo, el peso de los recipientes con basura, no deberán exceder la fuerza normal de un operario (25 a 30 kg), además de presentar facilidad de manipulación (con asas y forma adecuada, preferentemente).

Para determinar el factor de seguridad, se debe asumir una cierta falla en el servicio. Esta situación es muy probable que se presente por el parque vehicular de recolección tan deficiente que se tiene, como ya fue señalado en el diagnóstico.

Además, se debe considerar que según la evaluación que se hizo del servicio, la frecuencia de recolección es de tres veces a la semana, por lo que tomaremos una frecuencia promedio de tres veces a la semana, que en términos cuantitativos será igual a 3/7, por lo que también se considerará un factor de seguridad igual a 1.5.



Con base en lo señalado anteriormente y utilizando los parámetros que requiere la aplicación de la expresión antes descrita, los cuales se obtuvieron de los estudios de campo; en la Tabla VI.3.1, se presenta el cálculo del volumen, para el almacenamiento domiciliario de los residuos sólidos generados en la localidad de interés.

NO. DE HABITANTES POR CASA- HABITACIÓN "N" EN HABITANTES.	GENERACIÓN PROMEDIO DE RESIDUOS SÓLIDOS DOMICILIARIOS "G" EN KG. /HAB.-DÍA	PESO VOLUMÉTRICO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS "P" EN KG/M3	VOLUMEN DE ALMACENAMIENTO "V" EN M3
6	.689	253.71	0.057

Para un factor de seguridad de 1.5 y una frecuencia de recolección de 3 veces por semana (3/7).

Al respecto de este cálculo, se puede decir que no hay recipientes comerciales cómodos con la capacidad obtenida, amén de que su tamaño sería impráctico y muy difícil de manejar por los operarios de los servicios de aseo urbano. Por lo anterior, se propone que utilicen recipientes de tipo comercial, con tamaño máximo de 50 o 60 litros, para lograr la capacidad requerida. Así mismo, las características que deben reunir dichos recipientes, así como los sitios donde deben colocarse, se señalan a continuación:

- Fáciles de limpiar y lavar
- Con agarradera o asas y tapa ajustada
- De material durable y económico.
- Con peso adecuado, para facilitar su manipulación.
- Que no se oxide, rompa o deforme, para evitar que puedan causar accidentes
- Buena presentación
- De difícil ignición



b) Almacenamiento en otras fuentes.

Para el almacenamiento comunitario o multifamiliar (condominios, edificios de apartamentos, etc.), se recomienda el uso de contenedores cuyo tamaño dependerá del número de personas servidas. El uso de estos recipientes también deberá ser extendido a zonas y sitios comerciales, así como en industrias y en sectores peatonales; pudiendo ser intercambiables (móviles) o estacionarios. Su forma y características variarán, según sea el equipo utilizado para atenderlos (estacionarios) o para reponerlos (móviles).

Sus volúmenes varían normalmente de 1 a 3 m³, pero existen otros de dimensiones mucho mayores. La resistencia de estos debe estar en función del peso volumétrico de la basura, requiriendo de camiones adaptados especialmente para su manejo. Los vehículos y por supuesto, los contenedores, se clasifican según el método empleado para realizar la carga de ellos, pudiendo ser de carga trasera, lateral y frontal. Cuando se lleva a cabo la ejecución de un sistema de recolección con contenedores exclusivamente, el mejor es el de carga frontal.

Los de carga lateral y trasera (en especial estos últimos), se utilizan con ventaja cuando el método de recolección es combinado, es decir que el vehículo colecta basura tanto de contenedores como basura domiciliaria de recipientes comunes y corrientes.

El cálculo del volumen se hace igual que en el almacenamiento domiciliario, como a continuación se indica, estableciendo un ejemplo hipotético, para determinar el número de contenedores, para una fuente que diariamente genera en promedio 2.0 toneladas de basura, con una densidad de 300 kg/m³:

$$V = \frac{2000}{300} \times \frac{1}{1.5 \times \frac{7}{7}} = 9.99 \text{ m}^3 = 10 \text{ m}^3 \text{ (Vol. Diario)}$$

Se propone, por tanto, el uso de 5 contenedores de 2 m³ de capacidad, para alcanzar la capacidad de almacenamiento de 10 m³.

Es importante mencionar al respecto, que los servicios de aseo urbano en varias regiones del mundo están empleando cada vez más contenedores de diferentes dimensiones.



En América Latina pocas son las ciudades donde este servicio es de buena calidad, ya sea o por falta de equipos adecuados para su transporte oportuno o porque los contenedores dificultan el ordenamiento urbano, o bien sencillamente, por carencia de cultura sobre este tema o por falta de vigilancia.

En varias ciudades, estos contenedores se han convertido en una especie de pequeños tiraderos de residuos, presentando un aspecto deplorable, malos olores y proliferación de vectores, por no ser atendidos oportunamente. Si se decide utilizar este tipo de recipientes, deberá vincularse con un servicio de recolección y atención, eficiente y oportuno, para no tener los problemas antes señalados.

VI.3.2. SISTEMA DE BARRIDO.

a) Aspectos Generales.

Este servicio abarca el barrido de calles, parques, jardines, lugares recreativos y otros, que en general producen basura constituida por hojas, arena, lodos, ramas, latas de refresco y papeles como cajetillas de cigarro, envolturas periódicas y otros. Este contenido varía según el sitio y así, por ejemplo, en lugares con playas recreativas es de esperarse un gran contenido de arena, que influye mucho en el diseño del sistema.

Así mismo, en América Latina, se reportan rendimientos del personal de 1 a 2 kilómetros por día de calle (o sea 2 a 4 kilómetros de cuneta), se recogen de 30 a 90 kilogramos de basura por kilómetro barrido y se requieren entre 0.4 y 0.8 barrenderos por cada 1000 habitantes, dependiendo del apoyo del barrido mecánico, de la proporción de calles pavimentadas y no pavimentadas, del grado de dificultad que presenta la zona por atender y de la educación y cooperación de la comunidad.

El barrido mecánico tiene costos más bajos, pero implica desplazamiento de mano de obra y grandes inversiones iniciales, ya que las barredoras son equipos muy especializados y en muchos casos de importación.

En México, es común asignar diariamente las tareas por cumplir. Se equipa al personal con escoba o cepillo, recogedor, vestuario, carro o carretilla. La escoba preferiblemente es de palo por requerir menor esfuerzo que las otras, con fibra relativamente dura para evitar un desgaste excesivo y de preferencia debe ser de fácil adquisición en la zona. Los carros pueden ser desde simples carretillas con extensiones, hasta carros muy sofisticados.



En el país, se usan casi siempre algunos carros tipo “diablo” de dos ruedas; o bien, carros de plataforma de tres ruedas, a los que les adaptan uno o dos tambos de 200 litros de capacidad. Las ruedas de estos carros deberán tener el mayor diámetro posible para facilitar la tracción.

Se puede barrer la banqueta y el arroyo o únicamente este último, que es lo más usual en nuestro país. El rendimiento promedio observado en diversas partes del país es de 3 a 4 Kilómetros lineales por persona y por turno; es decir que, si se trata de una calle sin camellones, se tendrá un rendimiento de 1.5 a 2.0 km/persona. Uno de los vicios que encarecen mucho el sistema, consiste en que los barrenderos en ruta, van ofreciendo sus servicios como recolectores de basura domiciliaria o comercial, a cambio de una pequeña remuneración, lo cual hace que baje mucho la eficiencia del servicio.

El barrido de calles se puede realizar de modo manual y mecanizado. El barrido comprende esencialmente la limpieza de calles, sitios públicos y mantenimiento del ornato público en general. Aunque el barrido implica esfuerzo y costos significativos, así como gran complejidad operativa; esta labor se realiza prácticamente como responsabilidad de las municipalidades, ya sea de modo directo o mediante la contratación de empresas.

La necesidad de barrer extensas zonas de la ciudad, como es el caso de León indica debilidades en el sistema de recolección de los residuos sólidos urbanos, como en materia de educación ambiental y sanitaria de la población.



b) Importancia del barrido de las vialidades.

- La razón más importante para el barrido de calles tiene que ver con aspectos puramente sanitarios. Los excrementos y la basura doméstica son dañinos para la salud, porque permiten el desarrollo de vectores que pueden transmitir diversas enfermedades.
- La acumulación de papeles, polvo y hojas da por resultado un aspecto de suciedad en las calles e induce al público, a “tirar” todo tipo de basura en ella.
- El polvo afecta a los ojos, nariz, garganta y vías respiratorias, además de originar molestias de tipo alérgico, pero además puede ser peligroso para el tránsito de vehículos al producir que éstos patinen.
- Algunos residuos cortantes, pueden producir lesiones a los transeúntes y cortar los neumáticos de los vehículos.
- Los residuos muy secos pueden producir incendios, así como los húmedos pueden provocar que los transeúntes y los vehículos, patinen o resbalen sobre el pavimento.
- La acumulación de basura puede obstruir el drenaje del agua de lluvia, produciendo inundaciones en algunos sectores y en todo caso aumentando la carga de materiales sólidos en el sistema de alcantarillado
- Por último, las calles se deben limpiar por razones de estética, ya que a nadie le gusta vivir en una ciudad sucia amén de que es motivo de orgullo, ofrecer al visitante una ciudad limpia.

c) Factores a considerar para el diseño del sistema de barrido.

Considerando todo lo anterior, así como lo establecido en el Diagnostico, para la definición del sistema de barrido en el Municipio de León de los Aldama, se recomienda tomar en cuenta los siguientes factores:

- El barrido de las vías de circulación, tanto de vehículos como de peatones, es la función básica. Hay que considerar que estas vías tienen normalmente tres superficies pavimentadas, es decir la calzada y dos aceras. Las aceras están un poco elevadas de la calzada y separadas de la misma por los bordes de la acera y por las cunetas. (Imagen No. VI.3.2.1).

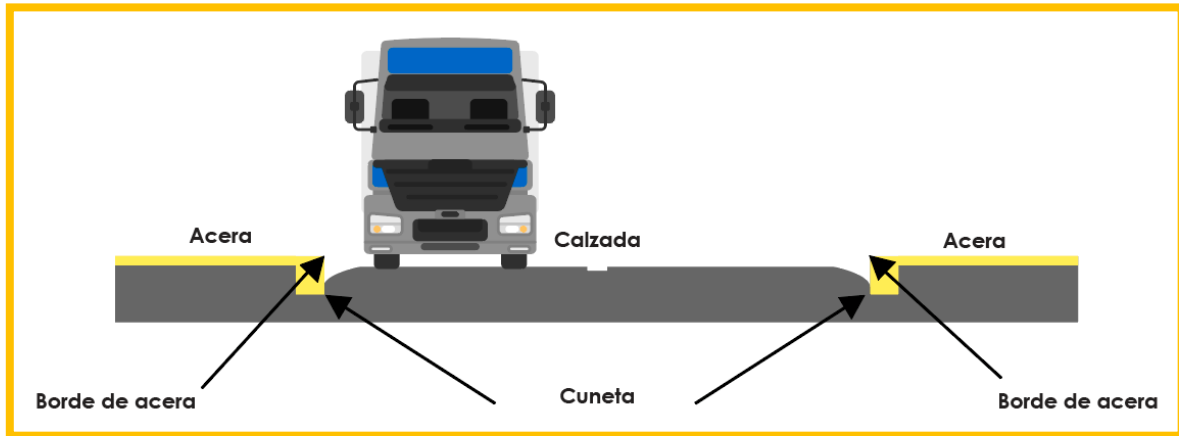


Imagen No. VI.3.2.1 Estructura de las vías públicas

- Es muy raro que se necesite barrer la superficie de la calzada, ya que toda la basura acumulada en ella es transportada y concentrada en las cunetas por el desplazamiento que provocan los vehículos en movimiento.
- Las cunetas deben ser barridas por el servicio de limpieza de vialidades, mientras que el barrido de las aceras conviene que sea ejecutado por la población. La limpieza de las cunetas se debe ejecutar en toda su extensión y generalmente es necesario barrer hasta un ancho máximo de 0.60 m
- Otra de las funciones importantes a ejecutarse, es la de la limpieza de los mercados, tianguis y plazas públicas. Estos servicios deben ser prestados por el servicio de limpieza de vialidades y por las áreas de parques y jardines.
- Es fundamental determinar la longitud total de las calles por barrer, clasificándolas en calles sencillas, con camellón simple o múltiple y vías rápidas, apoyándose para ello en planos actualizados de la ciudad y en el plano regulador.
- El tipo de pavimento del arroyo influye en el rendimiento y el desgaste del equipo y sobre todo de las escobas. Los pavimentos pueden ser rígidos de concreto, flexibles, de asfalto, adoquinados, empedrados, terracería con hierba o sin ella. Por lo anterior, es importante clasificar las zonas de barrido, con base en el tipo de pavimento por asear.



- Los vehículos con sus neumáticos también acarrearán materiales a cortas distancias; además de que, en aquellas calles no pavimentadas, el lodo que se presenta en época de lluvia puede ser trasladado por los autos a zonas pavimentadas.
- La frecuencia de barrido es de suma importancia en el costo del sistema, por lo que se sugiere definirla, en función del tránsito de peatones y el tipo de actividad de la zona. En general, el barrido se debe hacer diario en las zonas de mucho tránsito como las zonas céntricas, parques, áreas deportivas y lugares de recreo, así como en mercados, plazas departamentales, y centros comerciales; mientras que, en zonas habitacionales, la frecuencia se definirá según su densidad de población.
- El uso adecuado de papeleras en la zona para barrer también influye en el barrido como es obvio. Sin embargo, el servicio para atender las papeleras es costoso, por lo que deben balancearse los sistemas y las demandas de servicio, para obtener la combinación más económica. Lo anterior se logrará sólo empíricamente en cada zona, experimentando con diferentes alternativas, como si fuera un traje a la medida.
- La costumbre de que la población en general realice la limpieza de la banqueta y el servicio municipal el barrido del arroyo, es benéfica; ya que el usuario entrará en contacto directo con los servicios de aseo, valorará esta actividad y promoverá la limpieza del espacio donde vive, además de que los costos de barrido bajan notablemente.
- El mayor o menor número de autos estacionándose en la calle, es otro factor de suma importancia, que afecta enormemente el rendimiento del personal, particularmente en las calles céntricas. El horario de barrido se establecerá en función de esta consideración. Se sugiere que el barrido en las zonas y en las áreas céntricas, se haga en forma nocturna y que en las zonas habitacionales sea diurna.
- La topografía se tomará en cuenta, sobre todo en aquellas zonas donde existan grandes pendientes que dificulten el movimiento de los carritos de barrido, buscando siempre que el carrito vaya vacío de subida y lleno en la bajada; como es en la parte norte de la ciudad.



El diseño de las rutas de barrido debe hacerse tomando en cuenta todos los factores anteriores, además de que el tamaño del carrito, debe ser acorde al volumen de residuos colectados con el barrido, buscando que las rutas sean convergentes hacia sitios de concentración, donde un vehículo recolector, pase a recoger la basura producto del barrido.

Los sitios de concentración, en realidad deben ser Centros de Transbordo de los residuos producto del barrido, los cuales deberán habilitarse en espacios libres como parques, jardines, zonas deportivas y explanadas públicas. Estas instalaciones, además de facilitar las tareas de barrido, eficientarán el sistema, reducirán los costos operacionales y dignificarán esta actividad. En el Anexo "RUTAS DE BARRIDO Y CENTROS DE TRANSBORDO" y en el Plano "RBCT-LG-01", se presenta la ubicación de los sitios donde se propone instalar los Centros de Transbordo, mientras que en el Plano "CTB-LG-01", se muestra la distribución de un Centro de Transbordo Tipo.

d) Ámbitos donde se deberá realizar el Servicio.

- El sector comercial, indudablemente tiene que ser barrido en su totalidad, definiéndose la frecuencia a partir de la cantidad de basura a retirar. Por lo que se pudo observar durante los estudios de campo, no basta una limpieza diaria, sino que el barrido debe repetirse varias veces durante el día, dependiendo también de la cantidad de personas que circulan. Como idea, se podría asignar una cuadra a cada barredor, con el fin de estar limpiándola en forma continua durante toda la jornada.
- Los sectores residenciales e industriales también deben ser barridos en su totalidad, pero evidentemente, la frecuencia puede ser mucho más baja, considerando en especial la cantidad de personas que transitan y sus hábitos de limpieza.
- En general, el barrido se ejecuta en las vías con pavimento, pero es conveniente también limpiar las vías que carecen de él, separando los elementos voluminosos, papeles y recogiendo los animales muertos, ya que se observó que hay muy malas prácticas por parte de la población en general, al acumular y acopiar basura en las esquinas de las calles, particularmente en la periferia de la ciudad.



e) Limpieza de áreas públicas.

- Los sitios públicos por atender, deben ser preferentemente los parques, los mercados, tianguis, plazas y sitios de concentración de población.
- En los mercados, es necesario asignar por lo menos dos barrenderos para el aseo de las calles adyacentes. Estos barrenderos, deben barrer cada uno, un lado de las cunetas, teniendo el mismo punto de inicio y de llegada, siendo su misión la de tener limpio el sector encomendado. Los residuos generados en el interior de los mercados deben ser colectados por cuadrillas, dependiendo su número y frecuencia del tamaño del mercado y de la cantidad de basura que producen. Los residuos colectados, deben ser concentrados en lugares preestablecidos en contenedores, de donde serán recogidos por camiones tolva o por los propios vehículos recolectores, cuando su volumen así lo justifique.
- También es necesario limpiar las vías y parques donde funcionan los tianguis, inmediatamente después de la finalización de las actividades para impedir que los desperdicios menos pesados sean esparcidos por el viento. La limpieza debe empezar por los puntos más alejados o extremos del tianguis. Esta limpieza se debe cubrir con cuadrillas especiales, dependiendo su número del área por atender, así como también de la cantidad de basura por ser recolectada. Para facilitar la limpieza de los tianguis, se deben colocar en puntos predeterminados y en la víspera del comienzo de ellos, contenedores donde se deberán acumular los desperdicios, para que posteriormente sean retirados por los vehículos recolectores, mismos que deberán contar con dispositivos para cumplir con esta tarea. Se debe prestar atención especial a los puestos que venden pescado, vísceras y cárnicos en general, reservándoles los mejores lugares en cuanto a pavimentación a fin de facilitar la limpieza del local.
- Después de finalizado el tianguis, los lugares donde funcionaron estos puestos, deberán ser lavados con la ayuda de un camión cisterna equipado con motobomba, aplicando un desinfectante o desodorante, pues siempre quedan desperdicios en las hendiduras del pavimento, las cuales debido a la acción del calor se descomponen y despiden olores desagradables. Se recomienda aplicar una solución de hipoclorito de calcio al 30% en la proporción de un kilogramo de producto para 100 litros de agua, labor que puede realizarse con una regadera manual.



- La acción bactericida del cloro terminará con el proceso de descomposición de la materia orgánica, eliminando los olores desagradables.

f) Seguridad de trabajo.

Aparte de que el trabajador de barrido está expuesto constantemente a adquirir enfermedades infectocontagiosas por trabajar con residuos que pueden estar contaminados, también están expuestos a accidentarse por tener que realizar preferentemente su trabajo en la vía pública. Estos accidentes pueden tener dos orígenes: uno por condiciones inseguras en el trabajo y la otra por negligencia del propio trabajador; por lo que, en aras de reducir la probabilidad de ocurrencia de accidentes en el trabajo, se deberán identificar, cuidadosamente, todas las condiciones inseguras de trabajo, para dar soluciones prácticas.

g) Recomendaciones a instrumentar para mejorar los Servicios de Barrido.

Se deberán establecer los lineamientos técnicos para la implantación de sistemas de barrido eficientes en EL Municipio De León de los Aldama, con base en las recomendaciones antes descritas, dando prioridad a las calles céntricas y a los espacios públicos con mayor concurrencia. Para ello, es recomendable el establecimiento de Indicadores/Objetivo, para determinar el alcance que tendrá el servicio. Es de destacarse la potencial generación de empleos, de instrumentarse un sistema de barrido eficiente y que cubra las necesidades que se derivan de los Indicadores/Objetivo, establecidos por la Organización Mundial de la Salud. Así, se podrá establecer como objetivo, el alcanzar el porcentaje de cobertura del servicio, para un rango aceptable de entre 85 y 100 %. El indicador se obtendrá al relacionar la longitud de las calles barridas contra la longitud total de las calles:

$$\% \text{ Cobertura} = \frac{\text{Longitud de calles barridas} \times 100}{\text{Longitud total de calles}}$$



Desde luego que el indicador se refiere a calles pavimentadas y a un servicio con planificación apropiada. Además se recomienda que se cuente con al menos 1 barrendero por cada 2,000 habitantes del municipio; así como un rendimiento de 2.0 km de calle por empleado-día; ya que los rendimientos estimados de barrido por barrendero y por jornada efectiva de trabajo, son de 2.0 a 2.5 kilómetros (según experiencias obtenidas en algunas ciudades de América Latina), por lo que es posible asignar a cada barrendero una zona que cubra de diez a doce cuadras, considerando que en la mayoría de los casos, cada vía tiene dos aceras y más o menos 100 m. de longitud.

De acuerdo con estos indicadores, en el Municipio de León se debería contar con una fuerza de trabajo para realizar las actividades de barrido, de al menos 800 empleados. De acuerdo con las cifras reportadas en el Diagnóstico, se cuenta en la actualidad con 409 empleados de barrido, por lo que se registra un déficit de más del 50% según los indicadores de la OMS.

Por lo anterior, se deberá establecer como condición obligatoria para el manejo integral de los residuos sólidos urbanos de cada localidad, la implantación y operación del servicio de barrido manual, con personal exclusivo para esta actividad, fortaleciendo por tanto, la creación de empleos con una perspectiva institucional más estratégica y con mayor consolidación, con personal capacitado, debidamente equipado para realizar su actividad y con instalaciones para dignificar su labor como son los centros de acopio de residuos de barrido.

h) Equipo de Barrido Manual Recomendado.

- Como herramienta principal, se recomienda utilizar un escobillón con fibras cortas y duras, ya sean vegetales o de plástico (ver Imagen No. VI.3.2.2). En calles sin pavimentar es preferible utilizar escobas con fibras largas y flexibles.
- Un carrito de mano con uno o dos receptáculos cilíndricos de una capacidad de 80 litros es muy importante, pues permite que el barrendero vaya recogiendo la basura barrida. Si no cuenta con este implemento tiene que formar montones en la cuneta que quedan en la calle hasta que los recoja un camión recolector estando expuesto a ser desparramados por el tráfico y por tanto a ensuciar la vía pública. La estructura de estos carritos debe ser sólida y liviana, recomendándose que sean de tubo de acero y las ruedas grandes y con rodamientos (ver Imagen No. VI.3.2.2).



- Es importante mencionar que es muy común utilizar cilindros metálicos y de plástico de 200 litros de capacidad, lo cual se hace únicamente por la facilidad de obtenerlos, ya que constituyen envases de otros productos, no siendo recomendable su uso, ya que dificulta la operación tanto del barrendero como de los empleados recolectores.



Imagen No. VI.3.2.2 Elementos de barrido manual.

- Con el fin de recoger la basura suelta o aislada, es necesario el uso de un recogedor de metal al cual va adherido un mango de madera para facilitar su operación (ver Imagen No. VI.3.2.2).
- En época de lluvias, es necesario ayudarse de una pala para levantar el lodo o tierra húmeda que han sido arrastrados hacia la cuneta. Es por ello que será necesario proveer al barrendero de un cucharón metálico, el cual



también servirá para la limpieza de las alcantarillas pluviales.

- A fin de facilitar la operación de barrido y de recolección, siempre que la economía lo permita, se proveerá de bolsas plásticas de 100 litros, que se colocarán dentro del cilindro, para ser retiradas cuando se hayan llenado, depositándolas en los Centros de Transbordo de Barrido, de donde serán retiradas por los recolectores. Las bolsas pueden ser de colores para facilitar la supervisión.

i) Recomendaciones para el Diseño de las Rutas de Barrido Manual.

- Para un buen diseño de rutas, primeramente, se deben definir las zonas de barrido manual en un plano a escala conveniente (1:5000). Procurando que el Centro de Transbordo de Barrido sea el centro de gravedad de las zonas por atender.
- Se clasificarán las zonas y determinará la frecuencia requerida del barrido manual.
- Se subdividirán las zonas de barrido en sectores.
- Se establecerán los puntos de inicio y término de las rutas y la ubicación de los Centros de Transbordo de Barrido.
- Se diagramarán las rutas, tratando de minimizar el recorrido no productivo, para lo cual se recomienda seguir las siguientes pautas:
- Las rutas deben establecerse de modo que no se pase dos veces por la misma cuneta, a menos que la frecuencia fijada así lo exija.
- Procurar, en lo posible, que el fin de la ruta coincida o esté cercano al origen.
- Minimizar el cruce de calles (Imágenes Nos. VI.3.2.3 y VI.3.2.4)

El ajuste de mejora en el esquema actual del barrido se realizará como se muestra en la Imagen No. VI.3.2.5.

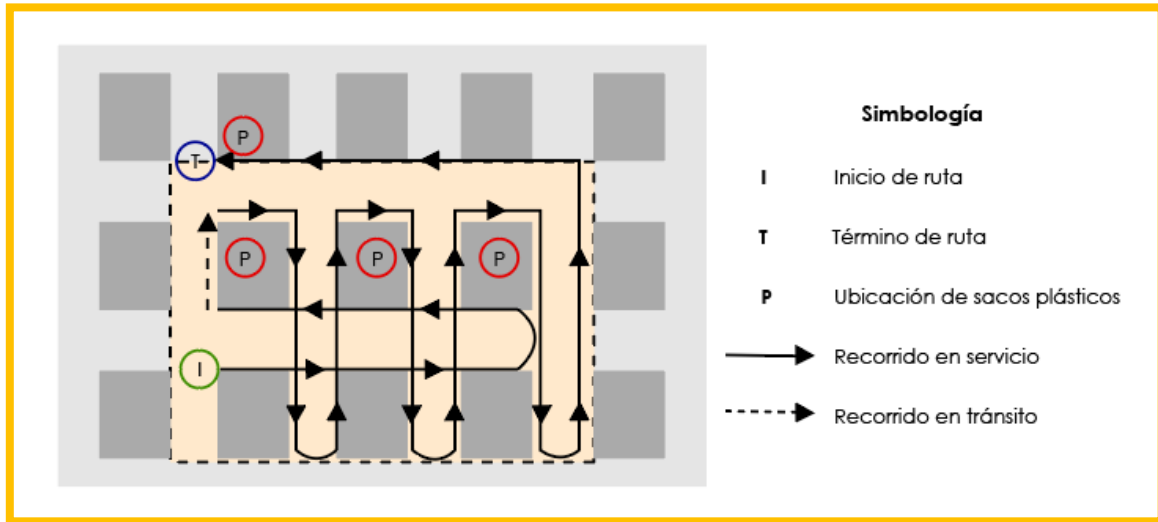


Imagen No. VI.3.2.3 Ruta de barrido manual (método de asignación de calles). Ruta mal diagramada, ya que, para una asignación de 12 cuadras, se registraron 18 cruces.

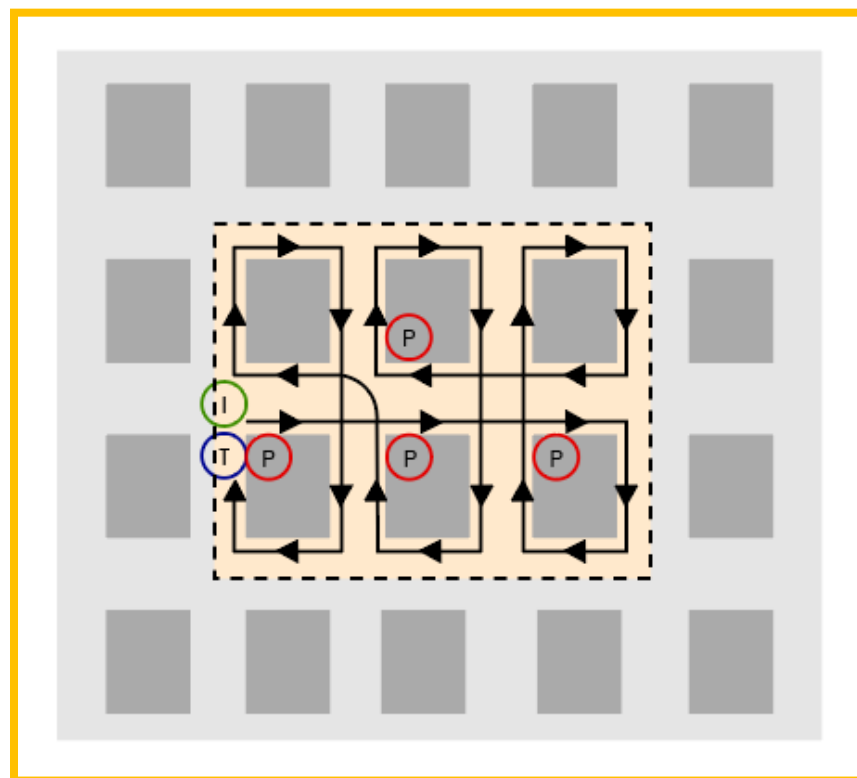


Imagen No. VI.3.2.4 Ruta de barrido manual (método de asignación de manzanas).
Ruta bien diagramada, con 6 manzanas y 8 cruces.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.



Imagen No. VI.3.2.5 Modelo conceptual de la propuesta de mejora en el servicio de barrido del municipio.



VI.3.3 SISTEMA DE RECOLECCIÓN.

Tomando en cuenta la situación que actualmente guarda el servicio de recolección de residuos sólidos en el Municipio de León de los Aldama, la cual quedó de manifiesta en el Diagnóstico, es necesario eficientar esta actividad rediseñando las rutas de recolección, procurando optimizar la utilización del parque vehicular e incrementar la cobertura del servicio, además de reducir los costos de operación y mantenimiento; para lo cual es impostergable la homologación del servicio, en cuanto a su frecuencia y métodos de recolección requeridos. Todo ello de acuerdo a la planeación descrita en el apartado VI.I.

Es importante dar de baja a las unidades que hayan cumplido con su periodo de obsolescencia o presenten condiciones mecánicas deplorables; rehabilitar todas las unidades que presenten un costo de rehabilitación de hasta el 40% del costo de adquisición de un vehículo nuevo, así como adquirir una mínima cantidad de unidades nuevas, tan solo para cubrir la cuota de vehículos de reserva.

El sistema de recolección tiene como objetivo, recolectar y retirar los residuos de las fuentes de generación (mercados, industrias, áreas públicas, casas habitación, etc.), transportarlos y llevarlos al sitio de disposición final. Es por ello que la recolección de los residuos sólidos, es una actividad muy complicada, debido a la gran cantidad de factores que influyen, directa o indirectamente en su diseño y operación; además de ser sumamente costosa, ya que su costo, varía por lo general entre el 60 y 80% de la gestión total. En América Latina y el Caribe, los costos de la recolección varían entre 25 y 40 dólares por tonelada y en Estados Unidos de 60 a 125 dólares.

Algunos de los factores que inciden en la definición de este componente de la gestión de los residuos sólidos, se enlistan a continuación:

- Tamaño de la población
- Características viales urbanas: tamaño y disposición de manzanas y calles, densidad poblacional, flujo vehicular, etc.
- Distancia al sitio de disposición final.
- Topografía y estado de la vialidad.
- Frecuencia y horario del servicio.
- Participación ciudadana.
- Prácticas empleadas para la separación de subproductos.
- Equipos de recolección empleados.



Por otro lado, es importante señalar que, para realizar un diseño eficiente del sistema de recolección, es necesario instrumentar una serie de acciones para alcanzar el máximo rendimiento de los equipos de recolección de basura, de entre las cuales, las de mayor significancia son las siguientes:

- Estandarizar el servicio de recolección en todos los sectores de la ciudad excepto en el centro de ella, para una frecuencia de recolección interdiaria es decir de tres veces por semana. De esta forma se podría regionalizar toda la ciudad en dos grandes sectores equilibrados y equivalentes en cuanto a la población por servir y la cantidad de residuos a manejar; de tal suerte que el sector no. 1 se atendería los días lunes, miércoles y viernes, mientras que el sector no. 2 se cubriría los días martes jueves y sábado. Como se está recolectando la basura de dos días de la mitad de la población, diariamente se estaría recolectando un tonelaje equivalente al que genera toda la población. Las ventajas que se obtendrían al aplicar este importante criterio son las siguientes:
 - La emisión de CO₂ del parque vehicular de recolección, se reducirá anualmente en 1200 toneladas.
 - Se contribuye a revertir el cambio climático y se mitigan los efectos nocivos por estas emisiones.
 - Se estima un ahorro en el consumo de combustibles del 30% y de un 25% en los costos operacionales.
 - La longitud de las rutas de recolección se reducen en un 40% y los tiempos de recorrido en un 35%.
 - Se tendrán rutas mejor balanceadas y con horarios más precisos, lo cual incidirá en una menor exposición de los residuos en la vía pública y por ende las quejas ciudadanas.
 - Menor impacto vial al reducirse los recorridos de los vehículos recolectores.
 - Se logra un servicio socialmente equitativo y homologado.
 - El desfase en las rutas disminuye al ser más cortas y se reducen los periodos críticos de ingreso al relleno sanitario.
 - Se podrá implementar un día extra para la recolección de inorgánicos aprovechables.
 - Se favorece la organización ciudadana, en aras de lograr una cultura ambientalmente responsable.
- Diseñar las rutas de recolección, dividiendo la ciudad en dos sectores de recolección, de manera que, en cada uno de éstos, se asignen los equipos en forma terciada (3 veces a la semana), desarrollando rutas por cada subsector



más cortas, facilitando con ello el trabajo de las cuadrillas, amén de realizarlo en menor tiempo y con menos consumo de combustible.

- Difundir el método y la frecuencia de recolección que se aplicarán, al Municipio de León de los Aldama, con el fin de eliminar las irregularidades identificadas con los estudios de tiempos y movimientos, que se traduce en un servicio deficiente que consume demasiado tiempo en la ejecución de las tareas de recolección, por lo que solamente se cumple con un viaje en un turno de 8 horas, cuando el promedio normal es llevar a cabo un viaje en 4 horas cuando mucho.
- Fomentar las actividades comunales de reciclaje de papel, cartón, metales, vidrio, etc. Estas actividades reducirían la cantidad de residuos por coleccionar.
- Homogeneizar los recipientes, para reducir el tiempo de su vaciado al interior de la carrocería de los vehículos recolectores y a la vez, aumentar la densidad de la basura al interior de la carrocería del vehículo recolector.
- Introducir el uso de contenedores en los lugares estratégicos y convenientes, a fin de acelerar la carga de los residuos, empleando para ello los vehículos de carga trasera, con mecanismo de carga de contenedores.
- Seleccionar los equipos más apropiados, por ejemplo, aquellos que tengan una mayor disponibilidad de repuestos en la región o que el servicio de mantenimiento, sea más eficiente.
- Asignar suficientes ayudantes a la cuadrilla de los vehículos, con el fin de acelerar su recorrido. Aunque esto incrementará los costos por mano de obra.
- Introducir dos y hasta tres turnos completos de operación, con el fin de aumentar las horas productivas por camión por día. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que el uso de más de un turno por día, reducirá la vida útil de los equipos.

a) Frecuencia y horarios.

La frecuencia de la recolección es una variable decisiva, debiendo, por tanto, ser escogida cuidadosamente con base en la producción per-cápita, el clima, el tipo predominante de residuos, el tamaño de los recipientes y los hábitos locales.



La experiencia señala que donde se practica el reciclaje como una actividad complementaria, se observa que su manejo se da en horarios adicionales, generalmente concertados con la misma comunidad.

Por lo regular, este sistema de recolección de residuos, implicaría costos adicionales que muy posiblemente no serían sostenibles dentro de la estructura de costeo, por lo que se recomienda la participación más activa de los recicladores mediante un ruteo paralelo y la utilización de vehículos alternativos, de esta forma se asegura su sustento y se atiende un alto componente social y ambiental.

b) Equipos de Recolección

En la selección del equipo de recolección, entran muchas variables de carácter local algunas ya mencionadas como la densidad poblacional, la producción de residuos, la topografía, el ancho de las vialidades, la distancia al sitio de disposición final, etc.; pero también intervienen variables financieras (además del valor de compra), como el operacional, los costos de operación y mantenimiento, vida útil, etc.

Debido a que la basura, presenta esencialmente un problema de volumen, se ha visto la conveniencia de que los vehículos recolectores, cuenten con carrocerías de recolección equipadas con sistema de compactación, a fin de reducir volumen a medida que se aumenta la cantidad de residuos recolectados.

Por supuesto, estas carrocerías, son mucho más costosas y requieren de mayor mantenimiento por sus mecanismos especializados de elevación y compactación del material recolectado. La capacidad de compactación, viene dada por la fuerza total que desarrolla el mecanismo de compactación, entre el área transversal de la carrocería.

En el mercado nacional se consigue una gran variedad de vehículos compactadores: de tambor giratorio, de carga lateral, de carga trasera, etc.; siendo estos últimos, los de mayor demanda. Los hay también de caja sencilla (sin compactación), abiertos o cerrados; que, en términos generales, son más económicos, pero obviamente, su capacidad de carga es significativamente menor. Algunas de las ventajas que ofrecen los vehículos de compactación, se enlistan a continuación:



- Pueden coleccionar mayor tonelaje de residuos, ya que la basura suelta se comprime.
- La carga puede vaciarse rápidamente.
- Las cajas de los vehículos se vacían mecánicamente.
- Las carrocerías están provistas de planchas expulsoras de los residuos.
- Elevación reducida del compartimiento de carga.
- Están diseñados para facilitar su limpieza.

Por otra parte, la utilización de este tipo de vehículos, implica a veces algunas desventajas, como son:

- El mecanismo de compactación, impone la necesidad de contar con servicios disponibles para su mantenimiento, que no siempre se encuentran disponibles.
- En algunos casos, los mecanismos de compactación son importados, provocando problemas para tenerlos con la oportunidad requerida.
- El mecanismo de compactación, incrementa el consumo de combustible.

Vale la pena resaltar que el éxito de cualquier sistema de recolección dependerá en gran parte de la selección de un equipo apropiado, por lo que a continuación se describe la metodología que se deberá aplicar, para realizar una adecuada selección vehicular de los equipos de recolección de basura:

- Revisión del motor.

El elemento fundamental del vehículo es el motor, a través del cual la energía térmica se transformará en energía mecánica, para que mediante un sistema de transmisión de la zona de contacto de las llantas con el pavimento del vehículo se ponga en movimiento.

Por otro lado, el tamaño de la máquina y su potencia, son función del peso bruto total, del área frontal, del tipo de superficie de rodamiento, de la pendiente a vencer y de la velocidad de tránsito. Considerando los factores antes descritos se ha encontrado la siguiente fórmula empírica para calcular la potencia del motor.

$$P = 1.013 (0.0037 V (aW + pW + 0.0047 SV^2))$$

Donde:

- P: Potencia requerida en HP.
- V: Velocidad del vehículo en Km/hr.
- a: Coeficiente adimensional que es función del tipo de pavimento donde se transite.



W: Peso bruto total (peso propio más carga de basura).

p: Pendiente de la calle o carretera esperada en %.

S: Superficie frontal expuesta en m².

- Revisión de la Capacidad de los Muelles.

La función de los muelles, es soportar las cargas aplicadas a los ejes a la vez de amortiguar el efecto de los choques de las llantas con baches, topes, etc. Sin la adecuada capacidad de los muelles, las llantas y el chasis se arruinan en corto tiempo.

La revisión se efectúa, restando a la descarga en el eje considerado, el peso de los propios muelles, ejes y ruedas, dividiendo este resultado entre dos.

$$\text{Cap. Muelles} \geq \frac{(\text{descarga en eje}) - (\text{peso (muelles + eje + rueda)})}{2}$$

- Revisión de la Capacidad de los Ejes.

Los ejes sirven para soportar las descargas vehiculares y transmitirlas a la carpeta de rodamiento. Su revisión se efectúa, restando a la descarga en el eje considerado, el peso de los mismos ejes y las ruedas.

$$\text{Cap. eje} \geq \frac{(\text{descarga en eje}) - (\text{peso eje y ruedas})}{2}$$

- Revisión del Bastidor.

La resistencia del bastidor, depende de las dimensiones, material y formas del mismo. Se expresa en términos de la resistencia al momento flexionante, o sea a la flexión que el bastidor puede resistir con seguridad, sin que se deforme permanente. El momento flexionante resistente, se calcula según:

$$M = S * F$$

Donde:

F: Esfuerzo máximo de trabajo del material del bastidor en Kg/cm²,

S: Módulo de sección en cm²,



El bastidor puede revisarse como una viga doblemente apoyada con un voladizo y carga uniformemente repartida. Las fórmulas para el cálculo de los momentos máximos positivos y negativos, las reacciones en los ejes, así como el diagrama de momentos para las condiciones de cargas descritas, se presentan en la Imagen No.VI.3.3.1.

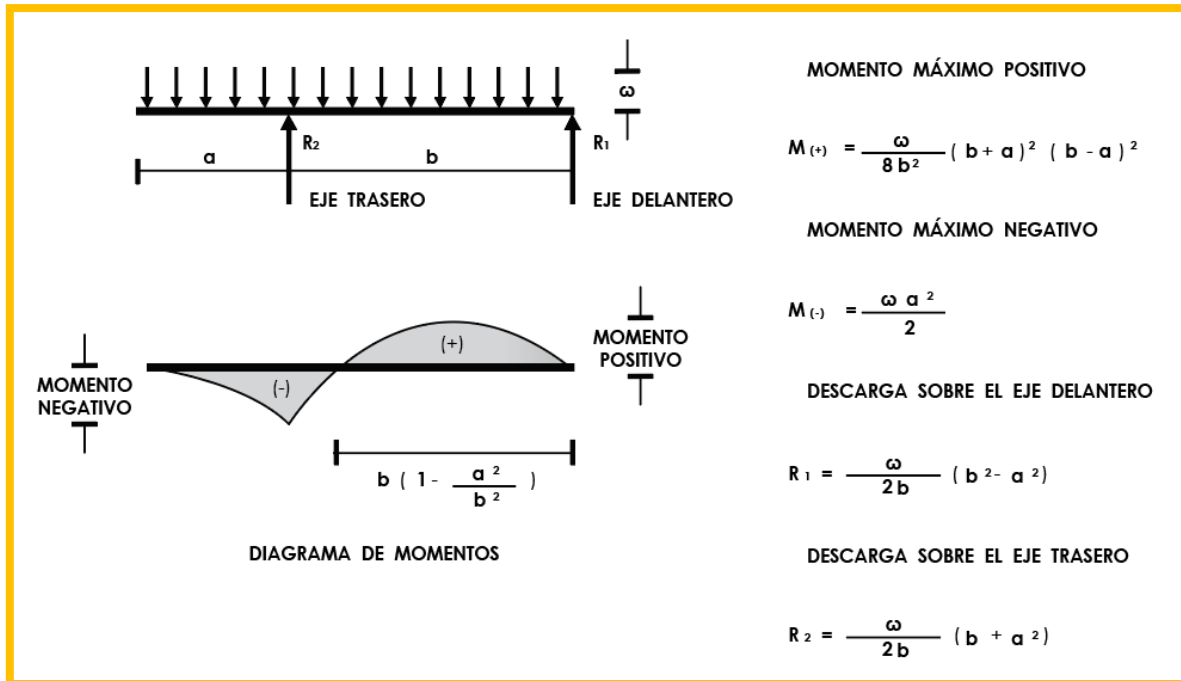


Imagen No. VI.3.3.1. Diagrama de momentos para las condiciones de cargas vehiculares.

Las características de las llantas y su presión de inflado deben apegarse a lo recomendado por el fabricante del peso bruto vehicular.

Las llantas sufren más daños, la mayoría de las veces, debido a un mal manejo que por malas condiciones de camino. Por lo anterior se considera pertinente incluir aquí, algunas reglas que el conductor debe guardar para una mayor vida de las llantas.

- Evitar altas velocidades sobre caminos de terracerías con baches, cuando se transita al sitio de disposición final.
- Evitar "montarse" sobre las banquetas, tratando de hacer más cortas las vueltas.
- Evitar transitar sobre el hombro de la carpeta asfáltica en el acotamiento con una sola llanta de las dobles del eje trasero.
- Evitar el uso inapropiado y brusco de los frenos.



- Evitar acelerar y desembragar rápidamente de manera que las llantas resbalen sobre el pavimento al empezar a rodar.
- Evitar una disminución impropia o desbalanceada de la carga de basura.
- Revisión de Dimensiones.

Para ejemplificar la aplicación de este concepto tan importante, se deberán considerar los valores permisibles que establece la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), para los diferentes tipos de vehículos que pueden transitar por las autopistas del territorio nacional. En particular, esta entidad, señala las siguientes dimensiones máximas permisibles, que deben tener los vehículos de carga que presentan un solo eje trasero:

- Longitud (12.00 m.)
- Altura (4.00 m.)
- Anchura (2.60 m.).
- Selección y Revisión del Equipo de Recolección Básico Propuesto.

Para ilustrar la selección y revisión de los equipos de recolección, tomaremos como referencia, una unidad de compactación de carga trasera, similar a las mayormente utilizadas en la actualidad, para ejecutar la recolección de los residuos sólidos. Esta unidad, está compuesta por una carrocería marca Mc Neilus, montada en un chasis KENWORTH-T300. Las características técnicas de esta combinación Chasis-Cabina, se presentan en la siguiente tabla y se ilustra en la Imagen No. VI.3.3.2.



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

Tabla No. VI.3.3.1

Principales características técnicas de la combinación chasis-cabina consideradas para ilustrar la selección y revisión del equipo de recolección.

CONCEPTO	CARACTERÍSTICAS
MARCA CHASIS	INTERNATIONAL – DURASTAR 4300
PBV (TON)	15.875
CCED (TON)	5.443
CCET (TON)	10.432
POTENCIA MOTOR (HP)	210
MODULO DE SECCIÓN DEL BASTIDOR (LB/PULG2)	120,000
MARCA CARROCERÍA	Mc-Neilus
LT (m)	9.49
DE (m)	5.99
LB (m)	6.77
S (m)	0.25
VF (m)	1.013
VT (m)	2.48
AN (m)	2.45
AT (m)	3.20
AV (m)	2.40
TV (TON)	11.674
CU (TON)	4.201
CV (m3)	15.29

■ Claves y terminología:

- PBV: Peso Bruto Vehicular
- CCED: Capacidad de Carga del Eje Delantero
- CCET: Capacidad de Carga del Eje Trasero
- TV: Tara Vehicular
- CU: Carga útil Vehicular
- CV: Capacidad Volumétrica Vehicular



- AN: Ancho del Vehículo
- AV: Altura Vehicular
- AT: Altura del Vehículo a partir del suelo
- LT: Longitud Total
- LB: Longitud del Bastidor
- DE: Distancia entre Ejes
- VF: Volado Frontal
- VT: Volado Trasero
- S: Separación Cabina

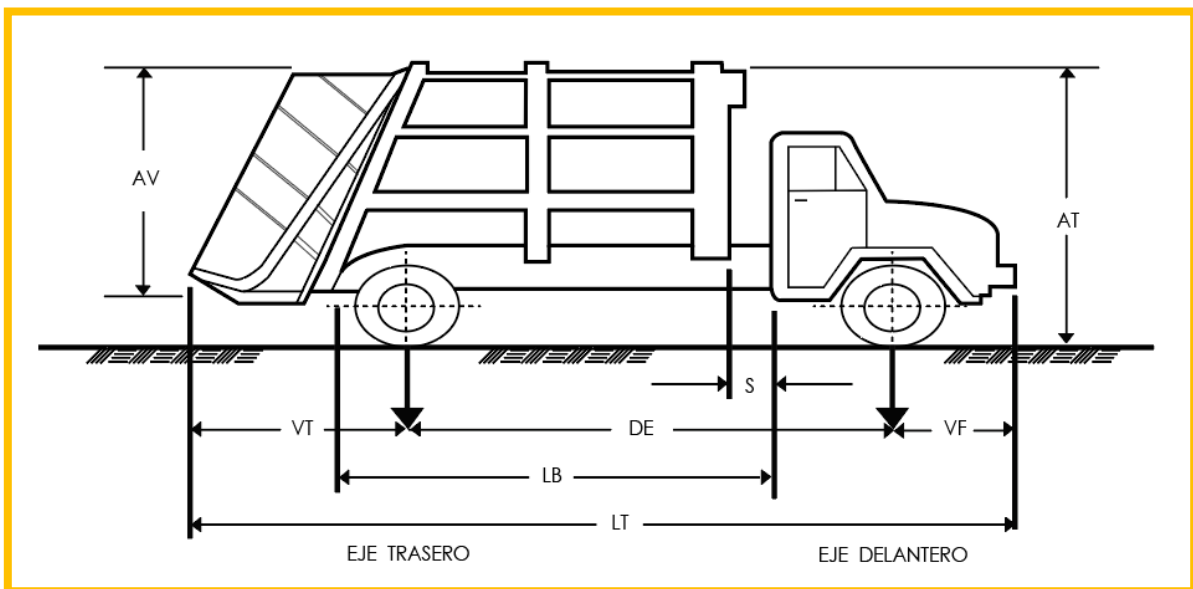


Imagen No. VI.3.3.2. Diagrama de Definiciones para el Análisis de Descargas Vehiculares.

- Verificación de la selección chasis cabina.

Considerando las características generales que presenta el chasis-cabina elegido para el análisis, se pudo determinar el peso de sus componentes, como se muestra en la Tabla No. VI.3.3.2.

Tabla No. VI.3.3.2 Peso de los componentes de la combinación chasis-cabina considerada.

ELEMENTO	PESO(KG)
Chasis (estimado)	4,885
Carrocería (estimado)	5,595
Basura (estimado)	9,100
Peso Bruto Vehicular (mínimo requerido)	19,580



Para una capacidad volumétrica de 15.29 m³ de capacidad.

Así mismo, en la Imagen No. VI.3.3.3. se presenta gráficamente la distribución de descargas, para el tipo de vehículo considerado.

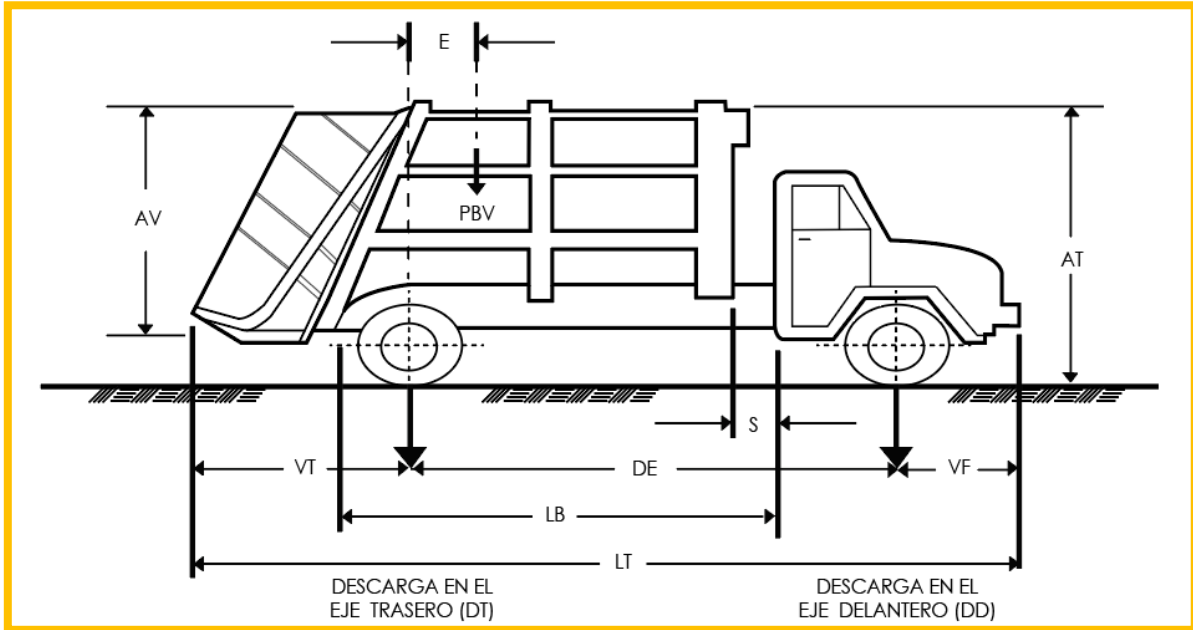


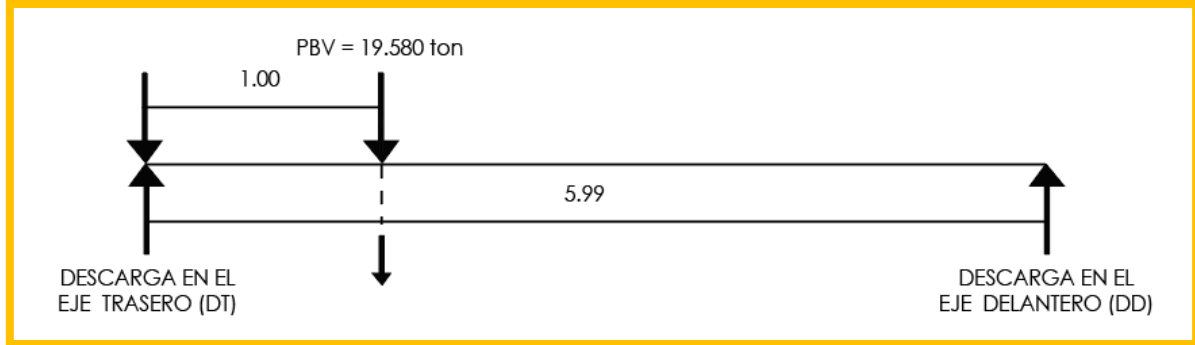
Imagen No. VI.3.3.3. Distribución de descargas.

Donde:

- PVB: Peso Bruto Vehicular, definido por el fabricante del Chasis. Este peso, significa la máxima carga que puede soportar la unidad vehicular = 15.875 ton.
- DT: Descarga vehicular en el eje trasero = 10.432 ton.
- DD: Descarga vehicular en el eje delantero = 5.443 ton.
- D1: Distancia del centro de gravedad al eje trasero = 1.00 m.
- D2: Distancia del centro de gravedad al eje delantero. = 4.99 m.
- DE: Distancia entre ejes. = 5.99 m.



Tomando momentos con respecto al Eje trasero, tenemos:



$$\sum M T = 0$$

$$19.580 \times (5.99 - 1.00) - R_d \times 5.99 = 0$$

$$R_d = \frac{19.580 (1.00)}{5.99} = 3.26 \text{ Ton. (Descarga en el Eje Delantero)}$$

Por diferencias, la descarga en el eje trasero, será:

$$19.580 - 3.26 = 16.59 \text{ Ton. (Descarga en el Eje Trasero)}$$

Con base en los cálculos antes realizados, el resumen de las descargas en los diferentes ejes de la combinación Chassis-cabina, se presenta en la Tabla No. VI.3.2.3:



Tabla No. VI.3.3.3 Resumen del Análisis de Descargas.

ELEMENTO	ESPECIFICACIÓN FABRICANTE (TON.)	RESULTADOS ANÁLISIS DE DESCARGAS (TON.)	NORMA S.C.T. (TON.)	COMENTARIO
Combinación Chassis-Carrocería	15.875	19,580	15.5	Se rebasa tanto la Norma como la especificación.
Descarga en Eje Delantero	5.443	3.26	5.5	Se cumple la Norma. La especificación es muy superior a la descarga real.
Descarga en Eje Trasero	10.432	16.59	10.0	Se rebasa tanto la Norma como la especificación.

Como se puede ver, de acuerdo al análisis de descargas realizado, la combinación Chassis-Cabina es inadecuada, ya que, con relación del Peso Bruto Vehicular, no se cumple con la especificación del fabricante ni con la Norma SCT, de igual manera en las descargas individuales en el eje trasero, se rebasa la Norma citada en 6.59 Ton, así como la especificación del fabricante en 6.158 Ton; en cuanto a las descargas individuales en el eje delantero, cumple tanto con la Norma citada como con la especificación del fabricante.

Lo anterior se debe a que la carrocería, se montó sobre el chasis, de tal forma que el mayor peso recae sobre el eje trasero. Se recomienda, por tanto, mover el eje trasero hacia atrás, para lograr una mejor distribución de las descargas vehiculares.

- Revisión del Motor.

De acuerdo con lo observado durante los Estudios de Tiempos y Movimientos, las condiciones de operación asociadas al desempeño diario de la flotilla de recolección de residuos sólidos, están definidas por los siguientes parámetros.

- v: 40 Km/hr
- a: 0.0175
- p: 5% = 0.05
- s: 5.60 m²
- w: 19.580 ton



Sustituyendo en la ecuación correspondiente, tenemos:

$$P = 1.013 \{0.0037 (40) [(0.0175 \cdot 19,580) + (0.05 \cdot 19,580) + (0.0047 \cdot 5.60 \cdot (40)^2)]\}$$

$$P = 204.46 \text{ HP.}$$

La potencia de trabajo, es ligeramente menor a la potencia del motor señalada por el fabricante (210 HP), por lo que se deberá tener particular cuidado en no rebasar las condiciones de operación definidas por los parámetros utilizados para el cálculo de la potencia de trabajo.

- Revisión de Ejes.

Tabla No. VI.3.3.4 Descargas en los Ejes.

ELEMENTO	DESCARGAS SOBRE LOS EJES	CAPACIDAD DE CARGA DE LOS EJES
Eje Delantero	3.26 ton	5.443 ton
Eje Trasero	16.59 ton	10.432 ton

La descarga en el eje trasero, excede la capacidad señalada por el fabricante, por lo que será necesario correr el eje trasero hacia atrás, con el fin de distribuir mejor la carga de la combinación chasis-cabina.

- Revisión de Muelles.
 - Peso de los Muelles delanteros = 800 Kg.
 - Peso de los Muelles Traseros = 1200 Kg.

El peso de los muelles, incluye el peso de tambores, ejes, frenos, llantas y muelles. La capacidad de carga de las muelles, se precisa a continuación:

- Muelles Traseras = $(10,432 - 1200) / 2 = 4,616.0 \text{ Kg}$
- Muelles Delanteras = $(5,443 - 800) / 2 = 2,321.5 \text{ Kg}$

Dadas las condiciones actuales de operación de los vehículos recolectores y debido a una inadecuada combinación chasis-cabina, así como a un indebido montaje de la carrocería, la descarga sobre los muelles traseros, rebasa la capacidad máxima de soporte, en al menos una tonelada.



- Revisión del Bastidor.

La carga uniformemente repartida sobre el bastidor, será:

$$W = \frac{19,580 \text{ Kg}}{(VT+DE)} = \frac{19,580 \text{ Kg}}{(2.48+5.99)} = 2311.68 \text{ Kg/ml}$$

El momento máximo positivo, será:

$$M(+) = (w/8 L^2) (L+a)^2 (L-a)^2$$

$$M(+) = (2311.68/8 (5.99)^2) (5.99+2.48)^2 (5.99-2.48)^2 = 7117.59 \text{ Kg-m}$$

El momento máximo negativo, será:

$$M(-) = (wa^2/2) = (2311.68(2.48)^2/2) = 7108.87 \text{ Kg-m}$$

Se diseñará con el momento máximo positivo, ya que resultó mayor que el negativo. En ese sentido, tenemos que:

$$Mr = f * S$$

Donde:

- Mr: Momento flexionante resistente = 7117.59 Kg-m
- F: Esfuerzo máximo de trabajo del material del bastidor = 8436.83 Kg/cm²
- S: Módulo de sección del bastidor

Despejando y sustituyendo, tenemos:

$$-S: Mr/f = (7117.59/8436.83) = 84.36 \text{ cm}^3$$

El módulo de sección para las condiciones de trabajo es de 84.36 cm³, el cual es menor al módulo de sección permisible establecido por el fabricante, el cual es de 185.32 cm³, por lo que no es necesario reforzar el bastidor.



- Revisión de llantas.

Se deberán usar llantas de 11.00R X 22.5 de 14 capas mínimo, con 4.92 kg/cm² de presión para las llantas del eje trasero y 3.87 kg/m² de presión para las llantas de eje delantero.

- Revisión de dimensiones.

Longitud Total del Vehículo	=	9.49 m	<	12.00 m (Norma)
Altura Total del Vehículo	=	3.20 m	<	4.00 m (Norma)
Ancho Total del Vehículo	=	2.45 m	<	2.60 m (Norma)

Las dimensiones de la combinación chasis-cabina, no rebasan las dimensiones máximas permisibles que especifica la normatividad correspondiente.

c) Métodos de Recolección

Para llevar a cabo la recolección, existen diferentes métodos los cuales se describen brevemente a continuación:

- Método de parada fija o esquina

El vehículo recolector se estaciona en un punto fijo y son los propios usuarios quienes acuden hasta el camión llevando sus residuos, éstos son recibidos por un operador (empleado del servicio) quien lo entrega a otro que se encuentra arriba del camión, el cual se encarga de vaciar el contenedor y devolverlo, o bien simplemente de depositarlo en caso de que sea desechable. Hay que mencionar que la llegada del camión se anuncia con anticipación mediante una señal acústica.

Este es el método más barato, además de ser muy usado en el país, sin embargo, tiene la desventaja de que el usuario debe estar atento al paso del camión, de lo contrario, tendrá que almacenar sus residuos hasta la próxima visita; como esto representa un grave problema para el usuario, al no poder entregar sus residuos al vehículo recolector, generalmente opta por dejarlos en la acera o en tiraderos clandestinos con lo que, se dificulta la ejecución del método disminuyendo la eficiencia de todo el sistema.

- Método de acera



Para ponerlo en práctica, el día y la hora debe estar previamente establecidos y ser del conocimiento del usuario, el cual debe colocar sus contenedores sobre la banqueta, frente a su domicilio. El vehículo recolector recorre las calles a baja velocidad (5 a 10 Km./hr.), deteniéndose brevemente en ciertos puntos no establecidos, para que los macheteros que van caminando, tengan tiempo de tomar los contenedores para llevarlos al camión, vaciarlos y regresarlos al sitio donde los tomaron. Con la aplicación de este método, el usuario realiza un menor esfuerzo que en el caso anterior, ya que sólo lleva sus residuos hasta la banqueta. Presenta la desventaja de que los animales callejeros pueden esparcir los residuos dificultando su recolección.

- Método de servicio intradomiciliario.

Consiste en que el vehículo se estaciona cerca o en ocasiones dentro de las instalaciones de la fuente de generación, entonces los operadores toman los recipientes para vaciarlos en el camión y después regresarlos a su lugar. Este método es más costoso que los anteriores, pues el manejo de los recipientes consume mucho tiempo.

- Método con contenedores.

Es recomendable para sitios en que se generen grandes cantidades de residuos como es el caso de mercados o centros comerciales. Consiste en colocar contenedores, en sitios diseñados especialmente, a los cuales los usuarios llevan sus residuos, para que los macheteros los retiren, esta acción se puede realizar de dos formas:

- Si los contenedores son fijos, esto es, que el sistema esté diseñado para que se queden en ese sitio, el equipo de recolección debe contar con depósito para recoger la basura, dejando el contenedor limpio y en su lugar.
- Si los contenedores son movibles, entonces, el vehículo dejará uno vacío y limpio, llevándose el que está ocupado.

De acuerdo con las características de los métodos de recolección antes descritos y considerando que el mayor porcentaje de las unidades del parque vehicular que opera actualmente en el Municipio de León de los Aldama se compone por vehículos compactadores de carga trasera; el método de recolección que mejores resultados puede proporcionar, es el Método de Acera y el Método con



contenedores, el cual, aplicado a las condiciones generales del servicio requerido, se describe a continuación y se ilustra en las Imágenes Nos. VI.3.3.4. y VI.3.3.5.

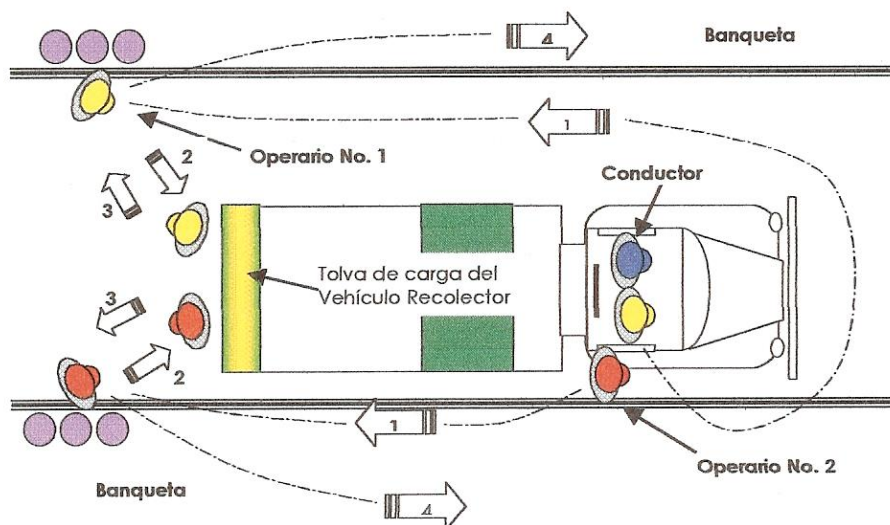
- Obligaciones del conductor.
 - Deberá transitar a una velocidad suficientemente lenta, para dar tiempo a que los ayudantes del vehículo, tomen, vacíen y pongan nuevamente en su sitio, todos los recipientes ubicados en la vía pública donde se preste el servicio.
 - Siempre transitará por el carril contiguo a la acera a la que se le proporcione el servicio de recolección, cuando no sea posible atender ambas aceras en la misma trayectoria.
 - Deberá cumplir con el Reglamento de Tránsito en vigor.
 - Debe respetar la ruta de recolección fijada por sus superiores. Así mismo deberá abstenerse de prestar cualquier servicio de tipo especial.
- Obligaciones de los ayudantes.
 - El ayudante No. 1 fungirá como campanero.
 - El ayudante No. 2, recogerá los recipientes de la acera, los transportará hasta el vehículo de recolección, los vaciará y sacudirá dentro de la tolva trasera, para finalmente colocarlos en el sitio de donde los tomó.
 - Una vez que se haya llenado la tolva de carga del vehículo, el ayudante No. 2, se colocará de frente a los mandos hidráulicos de la carrocería para accionarlos, con el fin de vaciar la tolva y compactar la basura que se encuentra dentro de la caja del vehículo.
 - Los ayudantes, viajarán dentro de la cabina, solamente durante los trayectos del vehículo que estén fuera de la ruta de recolección.



- Obligaciones de los usuarios.
 - Colocará su recipiente sobre la acera con antelación conveniente (poco antes de que el vehículo recolector realice el servicio), de acuerdo con el horario establecido para el servicio de recolección.
 - Dispondrá de recipientes en buen estado, con el fin de evitar que se presenten fugas de líquidos o residuos sobre la vía pública.
 - Evitará sacudir los recipientes en la vía pública, una vez que se haya recibido el servicio de recolección, con el fin de no dejar residuos sobre las banquetas o el pavimento.
 - Recogerá su recipiente inmediatamente después del paso del vehículo recolector.
 - El recipiente que será empleado para almacenar los residuos que se generan, deberá tener la capacidad adecuada para guardarlos sin problema hasta el siguiente día en que se realice el servicio de recolección.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.



SIMBOLOGIA

-  Conductor del vehículo
-  Operario No. 1
-  Operario No. 2
-  Recipiente

-  1 Los **Operarios Nos. 1 y 2**, desmontan del vehículo y se dirigen a cumplir su trabajo.
-  2 Tránsito de los **Operarios Nos. 1 y 2**, hacia al vehículo recolector con los recipientes llenos de basura, para vaciarlos dentro de la tolva de carga de dicho vehículo.
-  3 Tránsito de los **Operarios Nos. 1 y 2**, con los recipientes vacíos, para colocarlos en el sitio donde los tomaron.
-  4 Tránsito de los **Operarios Nos. 1 y 2**, hacia los próximos recipientes que se encuentran sobre la acera.

Imagen No. VI.3.3.4. Método de acera con vehículo compactador de carga trasera y cuadrilla compuesta por el conductor y dos ayudantes.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

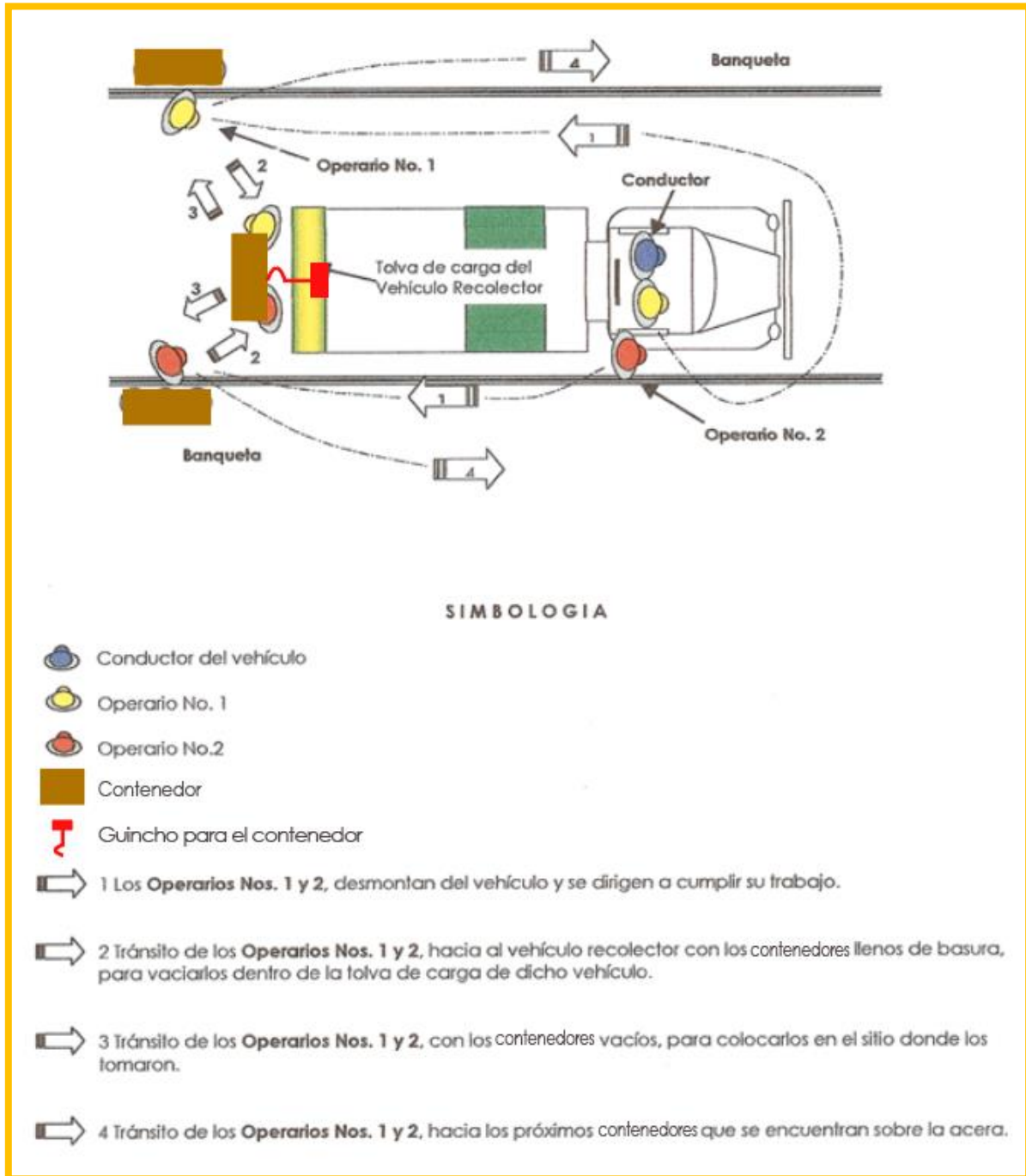


Imagen No. VI.3.3.5. Método con contenedores con vehículo compactador de carga trasera y cuadrilla compuesta por el conductor y dos ayudantes.



Para lograr que este método se instrumente correctamente en el Municipio de León de los Aldama, será necesario realizar una campaña promocional dirigida a la ciudadanía, atendiendo cada zona, barrio o colonia; de tal manera que se puedan conocer y atender las inquietudes de la población en general, así como lograr la penetración requerida, hasta garantizar la respuesta ciudadana que se requiere para que el método de recolección sugerido, se arraigue hasta que se convierta en una práctica cotidiana para todos.

d) Propuesta del Equipamiento de Recolección.

Para definir el sistema de recolección de los residuos sólidos que se generan en el Municipio de León de los Aldama, será necesaria la elaboración de proyectos de ingeniería, en los que se considere el análisis del tamaño óptimo de la flotilla de recolección, el diseño de las micro rutas de recolección, la selección de equipo adecuado, los programas de mantenimiento preventivo y correctivo del parque vehicular, la factibilidad de aplicar esquemas de recolección segregada de los residuos sólidos, así como el establecimiento de controles para la operación del sistema de aseo urbano, vía indicadores de actuación.

Por otro lado, para la definición del equipamiento de recolección de basura necesario, se considerará que los vehículos de recolección, podrán llevar a cabo dos viajes por jornada de 8 hrs., al sitio de disposición final. Así mismo, para el equipamiento relativo a la recolección convencional; se propone, utilizar solamente vehículos compactadores de carga trasera preferentemente de 15.29 m³. de capacidad, con una eficiencia de llenado del 90% y un peso volumétrico de la basura de 450 Kg. /m³ para los compactadores grandes y de 400 Kg. /m³ para los compactadores pequeños.

Con el fin de tener una aproximación en cuanto a las necesidades del equipamiento de recolección de basura, se aplicará la siguiente expresión.

$$N = (S) / (V * PV * M * E).$$

Donde:

- N: Número requerido de unidades de recolección.
- S: Cantidad de residuos que genera la localidad por servir, (ton. / día).
- V: Capacidad volumétrica del vehículo recolector propuesto, (m³).
- PV: Peso volumétrico de la basura, para el vehículo propuesto, (ton. / m³).



- M: No. de rutas de recolección cubiertas por jornada de trabajo de 8 horas al día, por cada unidad vehicular.
- E: Eficiencia de llenado del vehículo recolector propuesto, (Fracción).

Con base en los criterios antes señalados los requerimientos en materia de recolección, se presentan a continuación:

$$N = (1600 \text{ Ton. /Día}) / \{(15.29 \text{ m}^3/\text{Viaje}) * (0.450 \text{ ton. / m}^3) * (2 \text{ Viajes/Día}) * (0.90)\}$$

$$N = 129.18 \text{ vehículos/día} \Rightarrow 130 \text{ vehículos/día}$$

Ahora bien, considerando un 10 % de unidades de reserva, resulta que la cantidad de vehículos que deben integrar el parque vehicular de recolección de residuos sólidos para el Municipio de León de los Aldama, será de 143 unidades.

Se propone dar de baja a 40 vehículos, adquirir 10 unidades para reserva y rehabilitar el parque vehicular para fortalecer el sistema de recolección. Así mismo es necesario rediseñar las rutas de recolección asumiendo que cada vehículo debe realizar dos viajes por turno para recolectar 10 toneladas de basura en promedio. Así también es necesario formular entre la población un método de recolección que elimine los tiempos improductivos durante la ruta.

El ajuste de mejora en el esquema actual de la recolección se realizará como se muestra en la Imagen No. VI.3.3.6.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.



Imagen No. VI.3.3.6 Modelo conceptual de la propuesta de mejora en el servicio de recolección del municipio.



VI.3.4 SISTEMA DE TRANSFERENCIA.

El propósito de una estación de transferencia, es recibir los residuos sólidos de vehículos recolectores para transferirlos a un vehículo de mayor capacidad y así ser transportados al sitio de disposición final.

En la actualidad el sistema de transferencia para residuos sólidos municipales se está volviendo una instalación necesaria en las grandes ciudades, debido al continuo alejamiento de los sitios de tratamiento y de disposición final.

Los vehículos de transferencia generalmente transportan una carga útil aproximada de 20 a 25 toneladas de residuos, pudiendo recibir en promedio de cinco a seis vehículos recolectores. Las principales ventajas que implica un sistema de transferencia se describen a continuación:

- Disminución de los costos globales de transporte y de horas improductivas de mano de obra empleada en la recolección.
- Reducción del tiempo improductivo de los vehículos de recolección en su recorrido al sitio de disposición final.
- Aumento de la vida útil y disminución en los costos de mantenimiento de los vehículos recolectores.
- Incremento en la eficiencia del servicio de recolección, por medio de una cobertura más homogénea y balanceada en las rutas de recolección.
- Mayor regularidad en el servicio de recolección, debido a la disminución de desperfectos de ejes, muelles, suspensiones y llantas que sufren los vehículos recolectores, al transitar hasta el sitio de disposición final.
- Reducción de las emisiones contaminantes de las unidades recolectoras.
- Reducciones de las afectaciones a la salud pública.

Se debe mencionar también que no solamente debe dársele importancia a la reducción en costo y tiempo que se puede lograr con una estación de transferencia, ya que este tipo de instalaciones cuando son bien planeadas y operadas generan una serie de bondades complementarias, de entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- El tiempo no-productivo de los vehículos de recolección se reduce, ya que estos vehículos no transitan de ida y vuelta al sitio de disposición final.
- Cualquier reducción en el kilometraje recorrido por los vehículos de recolección, origina un ahorro en los costos de operación.



- El costo de mantenimiento que se aplique a los vehículos de recolección, puede reducirse, si estos vehículos no ingresan a los vertederos de basura, ya que muchos de los daños a suspensiones, ejes y llantas ocurren en estos sitios.

La descripción conceptual de la operación de un sistema de transferencia se presenta en la Imagen No. VI.3.4.1 siguiente:

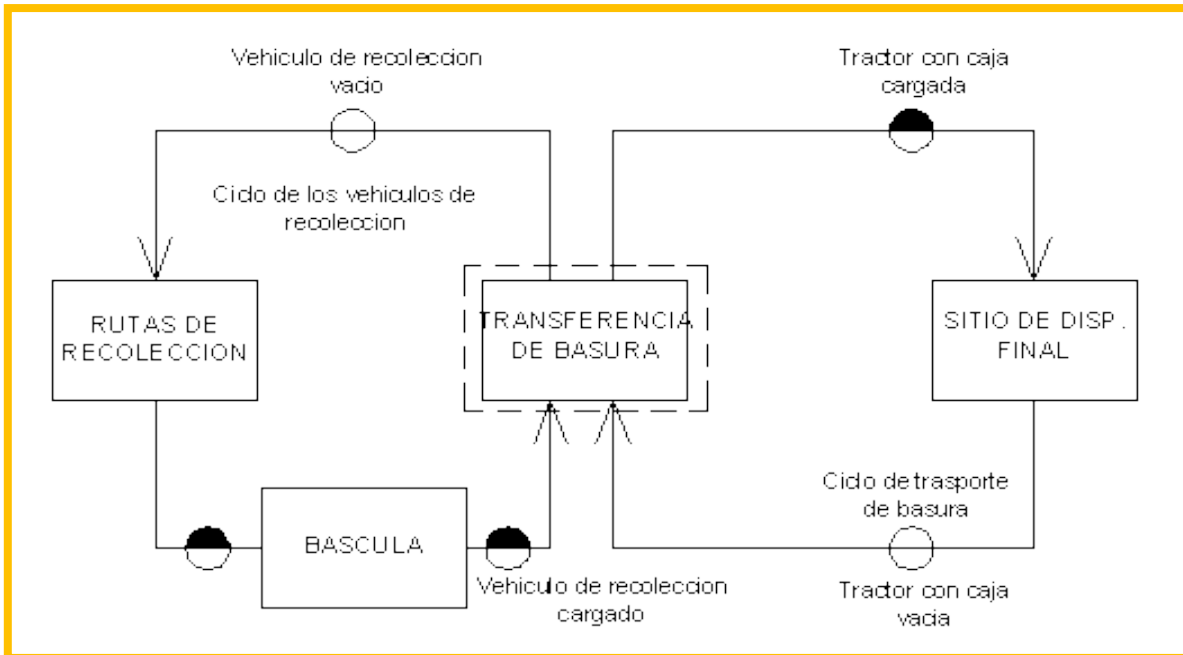


Imagen No. VI.3.4.1 Descripción Conceptual de un Sistema de Transferencia de residuos Sólidos.

a) Características de la Estación de Transferencia.

El tipo de estación que se propone, es el de transferencia de descarga directa, donde el transbordo de los residuos sólidos de los vehículos recolectores se hace mediante el vaciado por gravedad a un tráiler descubierto, con una capacidad que varía de 20 a 25 toneladas. Este tipo de estaciones recibe a los vehículos recolectores, los cuales son registrados y pesados, posteriormente se dirigen a la rampa de acceso del patio de maniobras donde se hallan las líneas de servicio, con un número determinado de servidores (tolvas), para la descarga de los residuos a la unidad de transferencia.

Estas estaciones presentan una gran simplicidad en su diseño como se ilustra en la Imagen No. VI.3.4.2, así como bajos costos de inversión y operación; además de que operacionalmente, no almacenan residuos, lo que exige que siempre haya



un vehículo de transferencia en condiciones de recibir los residuos de los recolectores, por lo que, si el recolector llega a la estación y no hay vehículo de transferencia para recibir los residuos, el camión debe esperar hasta la llegada de un vehículo vacío.

La falta de equipamiento puede provocar que los vehículos recolectores lleguen a encolarse en la estación, particularmente en las horas "pico", situación que puede solventarse con una buena programación de los equipos de transferencia.



Imagen No. VI.3.4.2 Conceptualización de una Estación de Transferencia de Descarga Directa.

Los principales atributos a considerar en el diseño de las estaciones de transferencia de descarga directa se listan a continuación:

- Taller
- Básculas
- Oficinas
- Caseta de control
- Jardines
- Techumbre



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

- Líneas de servicio
- Rampas de Acceso y salida a Tolvas
- Acceso de vehículos de Transferencia
- Acceso de Unidades de Recolección
- Patio de maniobras / Unidades de Transferencia
- Patio de maniobras / Vehículos recolectores
- Estacionamiento de vehículos de transferencia
- Salida de vehículos de Transferencia
- Salida de vehículos de Recolección
- Área de despunte de vehículos de transferencia
- Sistemas de ventilación mecánica



b) Selección y Revisión Vehicular de las Unidades de Transferencia.

Considerando las características generales con que normalmente cuentan los equipos de transferencia, fue posible determinar el peso de cada uno de los componentes de las unidades que se tomarán como referencia para el análisis que se presenta a continuación. Cabe mencionar que las características que se presentan a continuación, corresponden a un vehículo de transferencia con caja abierta de 70 m³ de capacidad.

Tabla No. VI.3.4.1 Descargas en los Ejes

ELEMENTO	PESO (Kg)
CHASSIS (ESTIMADO)	9,000
CARROCERÍA (ESTIMADO)	13,000
RESIDUOS SÓLIDOS (ESTIMADO)	20,000
PESO BRUTO COMBINADO (MÍNIMO REQUERIDO)	54,000

Así mismo en la Imagen No. VI.3.4.3 se presenta gráficamente, la distribución de descargas para el tipo de vehículo considerado.

Este equipo está compuesto por un tractocamión y por su respectiva carrocería que en este caso es un remolque, el cual puede ser abierto o cerrado. Por lo que respecta al vehículo de transporte (tracto camión), este deberá tener un peso bruto combinado de 54 ton. como mínimo, así como una potencia de 410 HP.

- Carrocería abierta.

En este tipo de carrocería pueden descargar hasta 4 vehículos recolectores simultáneamente, el tiempo de llenado es más corto con respecto a la carrocería cerrada, una desventaja es que no cuenta con sistema de compactación, por lo tanto, el peso volumétrico de los residuos es muy bajo. Para este tipo de carrocerías existe una gran variedad de sistemas para descargar los residuos, entre los más utilizados están los mecanismos de cadena, plataforma viva y volteo.

Los mecanismos de cadena y plataforma viva son colocados a todo lo largo del piso de la carrocería, de estos, el mecanismo más frágil es el de plataforma viva ya que no se pueden descargar residuos de construcción directamente, debido a que se dañan las tabletas que dan movimiento al equipo.



Para incrementar el tonelaje de basura a transportar, se puede hacer uso de un sistema de compactación fijo, que puede incrementar la cantidad de residuos a transportar en una caja de 70 m³ de capacidad, de 20 a 28 toneladas en promedio por viaje.

- Carrocería cerrada

En esta carrocería sólo puede descargar un vehículo a la vez, esto debido a que la carrocería cuenta con sistema de compactación, el cual es activado cada vez que termina de descargar un vehículo, por lo cual el tiempo de llenado es considerable. Debido a la compactación el peso volumétrico de los residuos es más alto que el de una caja abierta, esta carrocería al contar con sistema de compactación no necesita otro mecanismo para la descarga de residuos, ya que utiliza la placa compactadora para expulsar los residuos.

El compactado de los residuos en estas carrocerías, generan malos olores así como el escurrimiento de los líquidos que los contienen, los cuales no son captados por estas carrocerías, escurriendo sobre la vialidad.

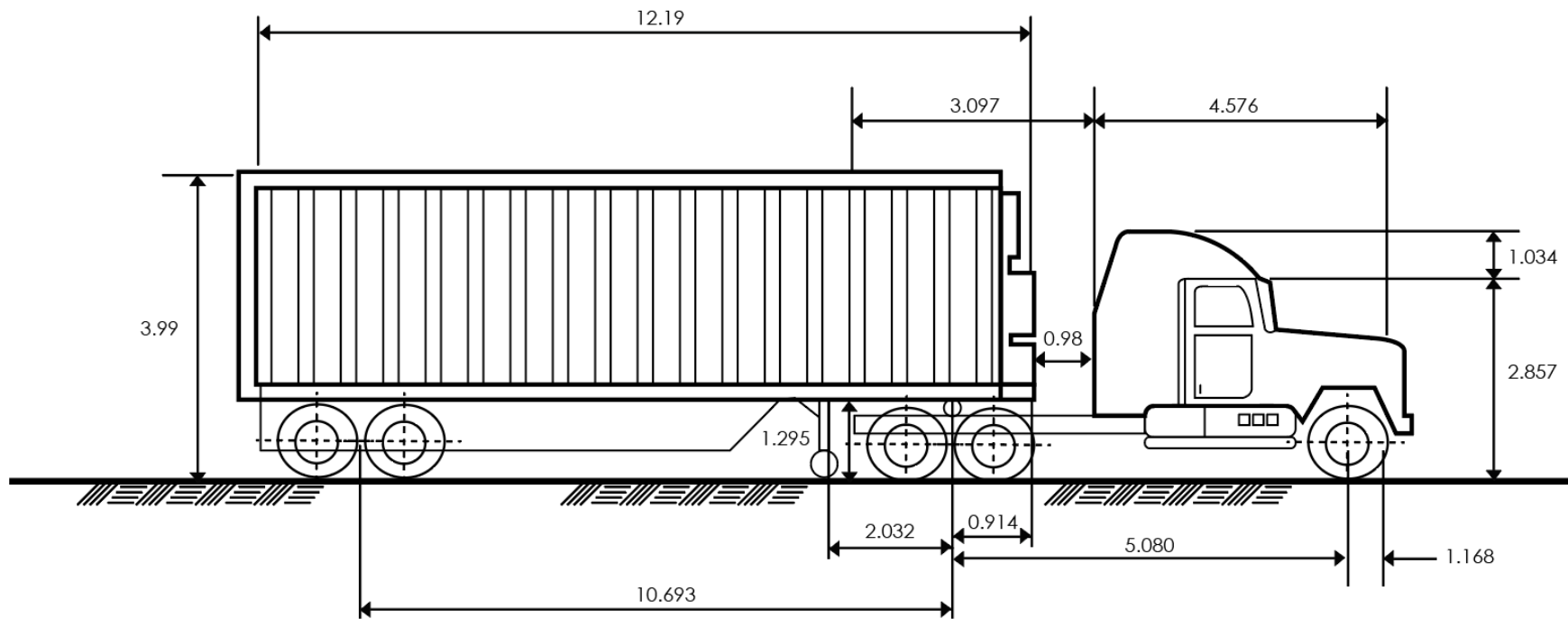


Imagen No. VI.3.4.3 Dimensionamiento del equipo de transferencia seleccionado.



■ Especificaciones del Tracto Camión

Ahora bien, teniendo en cuenta que los equipos de arrastre, es decir el Tracto Camión o Quinta Rueda, en el mercado nacional presentan características similares, se evaluaron los diferentes equipos disponibles para definir aquellos dentro del rango requerido. Las especificaciones viables son las siguientes:

• Dimensiones.

CONCEPTO	DIMENSIÓN	UNIDAD
DISTANCIA ENTRE EJES	5,0	mm
VOLADO DELANTERO	80	mm
VOLADO TRASERO	1,1	mm
LARGO TOTAL	68	mm
DISTANCIA LIBRE DE MONTAJE	1,4	mm
ALTURA TOTAL	25	mm
ANCHO TOTAL	7,6	mm
ALTURA DE PISO A PLATO ENGANCHADOR	73	mm

• Motor.

CONCEPTO	CAPACIDAD	UNIDAD
POTENCIA	410	Hp
CILINDRADA	14,000	cm

• Pesos y Capacidades.

CONCEPTO	CAPACIDAD	UNIDAD
P.B.C.	54.00	TON
EJE DELANTERO	5.44	TON
EJE TRASERO	20.87	TON
SUSPENSIÓN DELANTERA	5.44	TON
SUSPENSIÓN TRASERA	20.87	TON



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

- Sistema combustible.

CONCEPTO	CAPACIDAD	UNIDAD
No. DE TANQUES CAPACIDAD	2 530 C/U	PZA. LT

- Bastidor.

CONCEPTO	CAPACIDAD	UNIDAD
MODULO SECCIÓN RESISTENCIA A LA CEDENCIA	246.05 7.73	cm ³ Kg/cm ²

- Ruedas y Llantas.

CONCEPTO	DIMENSIÓN	UNIDAD
RUEDA LLANTA RADIAL	62.23 x 21.59 cm 62.23 cm	--- 11 R DE 16 CAPAS

- Especificaciones de la Carrocería.

El tipo de remolques o cajas de transferencia utilizadas comúnmente, presentan las características que se muestran a continuación:

- Dimensiones.

CONCEPTO	DIMENSIÓN	UNIDAD
LARGO	12,192	mm
ANCHO	2,388	mm
ALTURA TOTAL	4,090	mm
ENGANCHADOR A EJE	10,693	mm
INICIO CAJA A ENGANCHADOR	940	mm
ENGANCHADOR A APOYOS	2,032	mm
PISO A ENGANCHADOR	1,295	mm
VOLADO TRASERO	921	mm



- Pesos y capacidades

CONCEPTO	CAPACIDAD	UNIDAD
CAPACIDAD VOLUMÉTRICA	70	m ³
EJES (2)	9.979 C/U	TON
SUSPENSIÓN	19.958	TON
PESO CARROCERÍA	13	TON

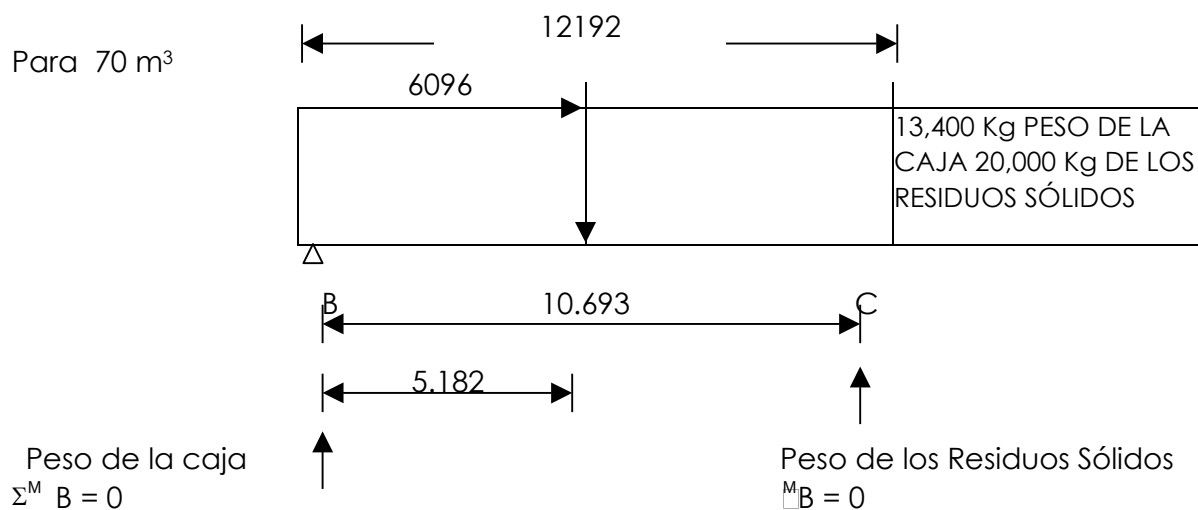
- Material de fabricación.

CONCEPTO	DIMENSIÓN	UNIDAD
PISO	CALIBRE 10	---
PAREDES LATERALES Y FRONTAL	CALIBRE 11	---
PUERTA DESCARGA	CALIBRE 10	---
MARCO, BORDES Y PUENTES	4.7	m
CHASSIS-BASTIDOR	6.3	m
PLATO ENGANCHE	12.70	m

- Análisis de Descarga del equipo

a) Semitrailer (carrocería).

- Descarga en eje trasero del semitrailer tomando momentos al eje intermedio:





$$13,409 (5.182) - C (10.693) = 0$$

$$69,485.44$$

$$C = \frac{69,485.44}{10.693}$$

$$10.693$$

$$C = 6,498.22 \text{ Kg}$$

$$\Sigma F_y B = 0$$

$$13,409 - 6,498.22 - B = 0$$

$$6,910.78 - B$$

$$B = 6,910.78 \text{ Kg}$$

$$20,000 (5.182) - C (10.693) = 0$$

$$69,485.44$$

$$C = \frac{69,485.44}{10.693}$$

$$10.693$$

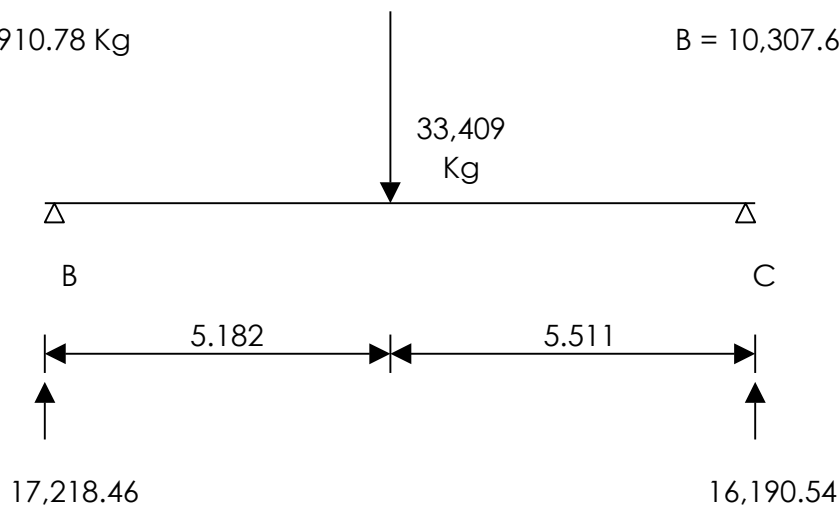
$$C = 9,692.32 \text{ Kg}$$

$$\Sigma F_y C = 0$$

$$20,000 - 9,692.32 - B = 0$$

$$10,307.68 - B$$

$$B = 10,307.68 \text{ Kg}$$



La máxima descarga permisible en eje trasero, será igual al peso de la carrocería, más el peso de los residuos en dicho eje.

De acuerdo con esto, será igual a:

$$6,498.22 \text{ Kg} + 9,692.32 \text{ Kg} = 16,190.54 \text{ Kg}$$

La máxima descarga permisible en eje delantero, será igual al peso de la carrocería, más el peso de los residuos y del tractor en dicho eje.

De acuerdo con esto, se tiene que el peso de los residuos más el tractor, en el eje delantero del semitrailer será igual a:

$$6,910.78 \text{ Kg} + 10,307.68 \text{ Kg} = 17,218.46 \text{ Kg}$$

Tomando los datos de la ficha técnica del tractocamión, se tiene que su peso vehicular es de 9,000 Kg., y que sus descargas permisibles son:



- Cap. máx. eje delantero 5,442 Kg.
- Cap. máx eje trasero 20,865 Kg.

Además, se indica la distribución del peso del vehículo, en cada uno de los ejes.

- Peso vehicular eje delantero = 4,976 Kg.
- Peso vehicular en eje trasero = 3,413 Kg.

El resumen de las descargas en los diferentes ejes de la combinación tracto camión-carrocería, se presenta en el Tabla No. VI.3.4.2.

Tabla No. VI.3.4.2 Resumen de Descargas.

ELEMENTO	EJE DELANTERO	EJE TRASERO (TRACTOR)	EJE TRASERO (SEMITRAILER)
TRACTOR	4,976 kg	3,413 kg	0 kg
CAJA	0 kg	6,910.78 kg	6,498.22 kg
RESIDUOS SÓLIDOS	0 kg	10,307.68 kg	9,695.32 kg
SUMA DE DESCARGAS	4,976 kg	20,631.46 kg	16,190.54 kg
CAPACIDAD MÁXIMA DE EJES	5,442 kg	20,865 kg	19,500 kg

Como se puede ver, el análisis de descargas realizado puede aceptarse, ya que, en ningún caso, se rebasa la capacidad máxima de los ejes.

Las estaciones de transferencia que deberá construirse para darle sustentabilidad al manejo de residuos sólidos a el Municipio de León de los Aldama; tendrán que equiparse con el número de canales de servicio (tolvas), y con el número de equipos de transporte a que haya lugar, para poder manejar en conjunto 1000 toneladas por día. También es importante recalcar que se recomienda incluir un sistema de compactación fijo, para transportar un mayor tonelaje de basura por carga transportada además de reducir los costos de transporte.

La implementación del servicio de transferencia que se propone para el esquema actual, se realizará como se muestra en la Imagen No. VI.3.4.4.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

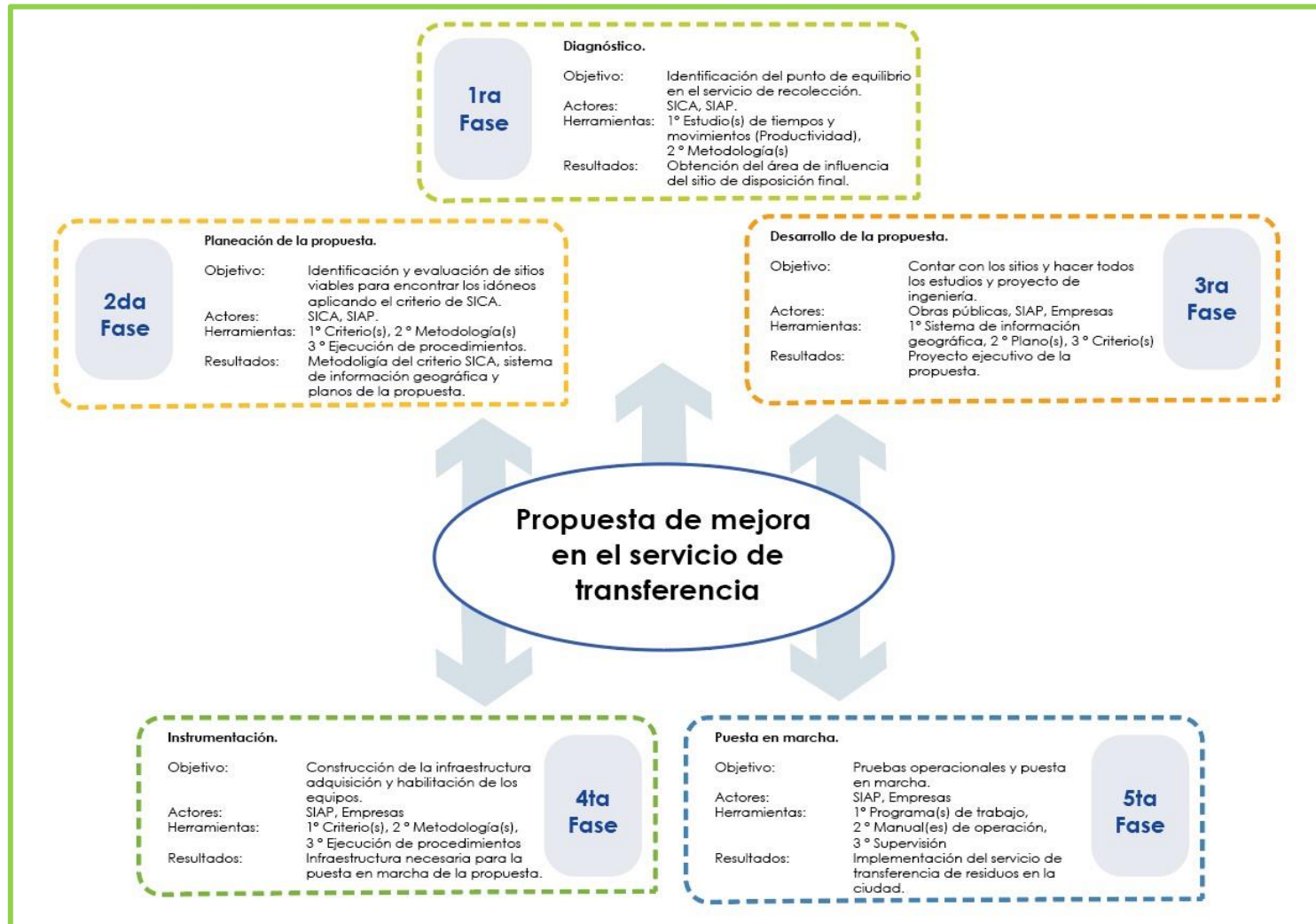


Imagen No. VI.3.4.4 Modelo conceptual de la propuesta de mejora en el servicio de transferencia del municipio.



VI.3.5. RELLENO SANITARIO.

La tecnología propuesta para darle sustentabilidad al relleno sanitario que se elija para disponer los residuos generados en el Municipio de León de los Aldama, será la del biorrelleno metanogénico.

- Base conceptual Tecnológica de los Biorrellenos Metanogénicos.

Los principales conceptos en los que se sustenta dicha tecnología, se describen a continuación:

En primera instancia, esta tecnología suele ser muy semejante a la del relleno sanitario tradicional; diferenciándose en que conlleva como requerimiento obligatorio, la "recirculación formulada" de lixiviados crudos o previamente inoculados con agentes suplementarios, lo cual permitirá acelerar el proceso de descomposición, aumentar el tiempo de retención celular y reducir los tiempos de estabilización de los residuos.

El control de la recirculación de los lixiviados con esta tecnología es fundamental, ya que deben de inyectarse a las celdas de basura, en la cantidad y en el tiempo que demande el proceso. Al término de la estabilización de los residuos, es posible abrir o minar las celdas de basura para rescatar el material degradable ya estabilizado mediante un proceso de tamizado, para volver a depositar residuos en las celdas minadas (ya vacías); con lo cual es posible incrementar a vida útil del Biorrelleno Metanogénico, hasta en más de tres veces su vida normal, tratar eficientemente los lixiviados, además de acelerar la producción del biogás (cuando los sistemas operan en forma anaerobia).

Esta tecnología, se aplica actualmente en varios países de este planeta, como son España, Brasil, Alemania y Estados Unidos, solo por mencionar algunos. Así mismo, como ya se comentó anteriormente, en nuestro país ya se han diseñado algunos rellenos sanitarios con esta tecnología, particularmente en los Estados de Morelos, Michoacán, Oaxaca y Chiapas; además de que fue empleada para el saneamiento y conversión del tiradero de Neza-1, en el desarrollo Ciudad Jardín Bicentenario.

Este tipo de biorrellenos, promueven y aceleran la estabilización de la materia orgánica mediante la adición de humedad en forma constante y uniforme en toda la masa de los residuos contenidos. La máxima producción de metano, ocurre cuando existe un contenido de humedad que va del 60% al 80% en peso.



Se estima que la capacidad de absorción de humedad de estos sistemas, varía de 30 a 60 galones por yarda cúbica de residuos en base seca (16 al 29%).

La humedad requerida, que puede ser proporcionada con los lixiviados, puede ser infiltrada mediante ductos horizontales, pozos verticales o riego superficial controlado. Las condiciones óptimas para la producción de metano, ocurren cuando el pH es ligeramente mayor a 6. Cuando se presentan condiciones donde la relación: Ácidos grasos volátiles (AGV)–Alcalinidad, es mayor a 0.25, se inhibe la generación de biogás. Una comparación de los atributos que caracterizan tanto al Biorrelleno Metanogénico tradicional como a los bio-rellenos acelerados (aerobios y anaerobios), aparecen a continuación:

Tabla No. VI.3.5.1 Comparación entre el biorrelleno metanogénico tradicional y los biorrellenos acelerados.

ATRIBUTO	BIORRELLENO METANOGENICO TRADICIONAL	BIO-REACTOR ANAEROBIO	BIO-REACTOR AEROBIO
Asentamientos Esperados: después de 2 años: después de 10 años:	2-5 % 15%	10-15 % 20-25 %	20-25 % 20-25 %
Tiempo de estabilización	30-100 años	5-10 años	3-6 años
Tasa de generación de metano	Baja	Alta	Nula
Capacidad de absorción de líquidos en la masa de residuos	Indefinida	30-60 gal/yd ³	30-60 gal/yd ³
Costos de inversión	Bajo	Bajo	Alto
Costos de operación y mantenimiento	Bajo	Bajo a medio	Alto
Costos de clausura	Alto	Bajo a medio	Bajo

Fuente: Adaptado de "Bioreactor Landfill", Adeleke Olukunle Francis. Shangai University. Enero - 2003.

Por lo antes mencionado, para el tipo de basura que se genera en nuestro país, por los beneficios que puede aportar el aprovechamiento del gas metano y por sus bajos requerimientos energéticos; los bio-rellenos metanogénicos; son la mejor opción tecnológica para la disposición final sustentable de la basura.

La biodegradación natural de los residuos sólidos al interior de un Biorrelleno Metanogénico (en condiciones anaerobias), se lleva a cabo de acuerdo al esquema virtual que se muestra en la Imagen No. VI.3.5.1 la cual ilustra las



diferentes etapas de degradación anaerobia de la basura al interior de cualquier relleno, a través de la representación de la producción del biogás y la generación de lixiviados".

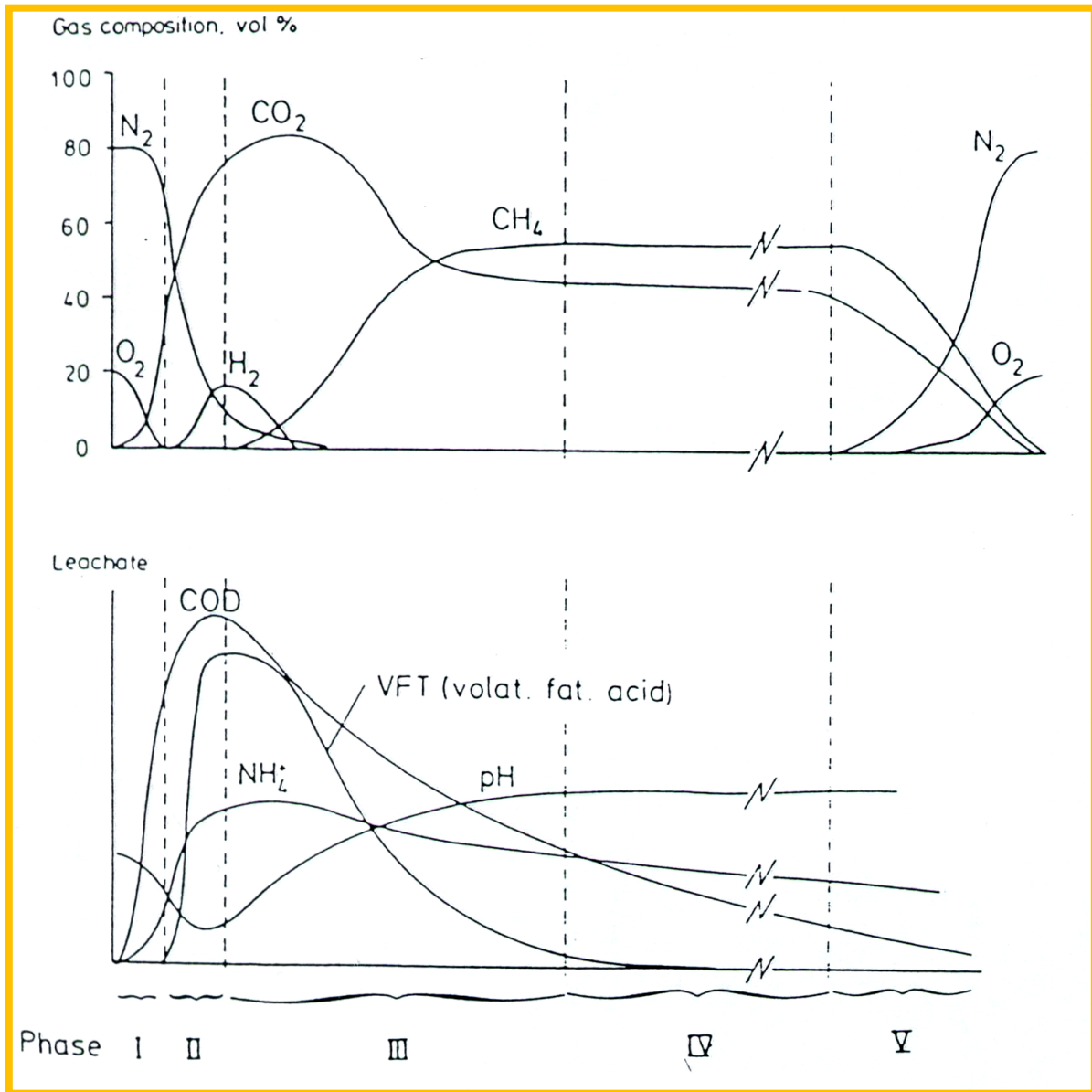


Imagen No. VI.3.5.1 Etapas de degradación anaerobia en un relleno.

La duración de la fase I (Aerobia), puede ser de 2 semanas a 2 meses mientras que la fase II (Acidez), puede durar hasta 2 años. Las fases III (Metanogénica Inestable) y IV (Metanogénica Estable), por lo regular, en las condiciones en que se manejan los rellenos sanitarios en México, pueden durar en forma conjunta,



incluso más de 40 años, con tasas de producción de biogás sumamente bajas. Así mismo, la fase V (Etapa Terminal), puede demandar varios años para su continuación, incluso décadas; si existen importantes remanentes de amoníaco dentro del relleno.

Como se puede ver en la Imagen No. VI.3.5.1, al igual que el biogás, la composición de los lixiviados está regida por las fases de degradación de los residuos, lo cual reafirma la incongruencia de tratar a los lixiviados con los mismos criterios y procesos empleados para las aguas negras.

Reafirmando lo anterior, en la Tabla No. VI.3.5.2 se puede observar la gran variación entre la composición típica de un lixiviado fresco o "joven" (proveniente de la fase de acidez) y la de un lixiviado "viejo" (proveniente del final de la etapa Metanogénica estable).

Tabla No. VI.3.5.2 Composición típica de los lixiviados producidos en diferentes etapas del proceso de degradación de los residuos en un relleno.

PARÁMETRO	UNIDAD	FASE ÁCIDA (6 MESES A 2 AÑOS)	FASE METANOGENICA (2 A 100 + AÑOS)
pH		5-6.5	7.5-9
DQO	mg/l	20,000-30,000	1,500-2,000
DBO5	mg/l	10,000-25,000	500-1,000
Hierro	mg/l	5-20	< 5
Zinc	mg/l	1-5	0.03-1
Cadmio	ug/l	< 30	6
Amoníaco	mg/l	900-1,500	900-3,000
Cloruros	mg/l	1,200-3,000	1,000-3,000

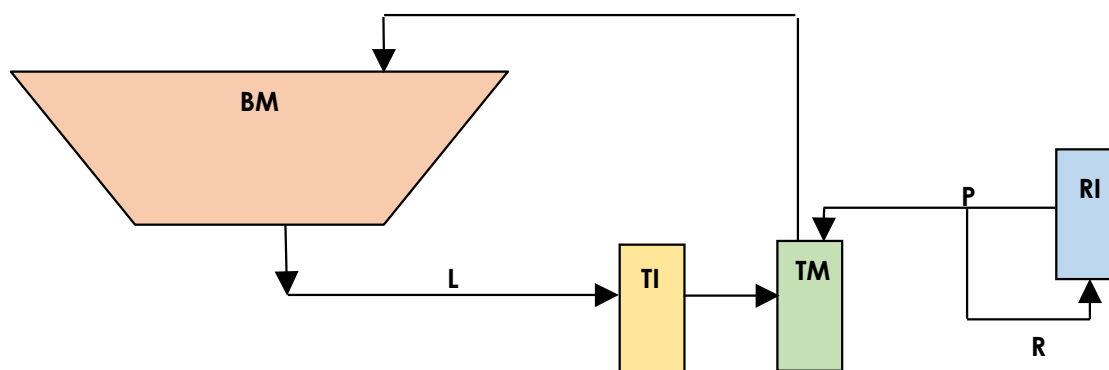
Fuente: Johannessen L. M. "Leachate Management for MSW Landfills". Banco Mundial. 1998.

Lo anterior, nos lleva a fundamentar la recirculación de los lixiviados, no solo para aportar la humedad que requiere la degradación de los residuos en condiciones anaerobias, sino para remover la carga orgánica presente en los lixiviados (donde prevalecen los ácidos grasos volátiles), aportar material celular para incrementar las tasas de población bacteriana y con todo ello, incrementar las tasas de generación de metano y acelerar la producción de biogás.

Por otro lado, al interior de los residuos, la carga orgánica a remover al interior del bio-reactor, en diferentes tiempos y con distintas constantes de degradación, será la suma de la carga orgánica de los lixiviados, más la carga orgánica que prevalece en la basura confinada. Además de recircular los lixiviados, es necesario incrementar su carga bacteriana metanogénica, mediante la



inoculación de material celular; de tal modo que la infiltración de líquidos percolados enriquecidos con biomasa metanogénica al interior de los residuos, incrementa las tasas de degradación de éstos, posibilitando que los tiempos de estabilización se reduzcan de 30 - 40 años a 3 - 5 años en promedio. La opción que se propone aplicar para el diseño del Biorrelleno Metanogénico, se ilustra a continuación:



BM: Bio-Biorrelleno Metanogénico	LF: Lodos Frescos
TM: taque de mezclado	P: Purga de Lodos Metanogénicos
TI: Tanque de Igualación	I: Infiltración de Lixiviados
RI: Reactor para producir Inoculo Metanogénico.	R: Recirculación de Lodos Metanogénicos

Imagen No. VI.3.5.2 Ilustración del Proceso Tecnológico del Biorrelleno Metanogénico.

El ajuste de mejora en el esquema actual del relleno sanitario se realizará como se muestra en la Imagen No. VI.3.5.2.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.



Imagen No. VI.3.5.2 Modelo conceptual de la propuesta de mejora en el relleno sanitario del municipio.



VI.3.6. OPCIONES PARA EL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS.

VI.3.6.1. DEFINICIÓN DEL SISTEMA CONCEPTUAL TECNOLÓGICO.

INTRODUCCIÓN.

Para la definición del Sistema Conceptual Tecnológico (SCT), se tomará en cuenta las diferentes categorías en que fueron agrupados los subproductos presentes en la mezcla de residuos sólidos; considerando que dichas categorías, definen de algún modo la vocación de los materiales incluidos en cada una de ellas. De tal suerte que, en el caso de los residuos orgánicos, la idea es aprovechar su biodegradabilidad; los materiales con valor comercial tendrán como primera opción, su recuperación e inclusión en los mercados de reciclaje; los subproductos inorgánicos sin mercado comercial, podrán ser valorizados en función de su capacidad calórica; y los descartables tendrán que ser enviados a disposición final.

Así mismo, se deberá considerar que los materiales que no puedan ser valorizados por falta de mercado, por costos de aprovechamiento prohibitivos o por no tener la idoneidad que se requiere para su integración a los mercados disponibles, tendrán que ser enviados a las celdas del relleno sanitario.

En ese sentido, a continuación, se indican los diferentes procesos opcionales, que pueden ser aplicables a cada una de las categorías en que fueron agrupados los subproductos presentes en la basura:

- a. Categoría No. 1. Reciclables. En la actualidad, del total de materiales que pueden incorporarse al mercado del reciclaje en la Ciudad de León, se estima que solo un 8% del total de residuos generados se aprovecha; por lo tanto, se buscará incrementar la cantidad de materiales que llegan al mercado del reciclaje. Como opciones alternativas a este tipo de aprovechamiento, si el mercado actual no tiene la capacidad de integrar a los subproductos inorgánicos con valor comercial, se considerará incluirlos a la corriente de materiales con valor calórico o sumarlos a los descartables para su confinamiento en las celdas del relleno sanitario.
- b. Categoría No. 2. Orgánicos. De la fracción de orgánicos, 50 toneladas de desechos se destinarán a la producción de composta, ya que se facilitará por tratarse en términos generales de materiales limpios, provenientes de mercados y tianguis; que en su mayoría están compuestos por flores marchitas,



así como por vegetales y frutas en descomposición o en condiciones tales que no puedan ser consumidas por la población.

El resto de los orgánicos, se enviarán para su procesamiento en un digestor anaerobio o en un esterilizador de alta tasa para producir biomasa residual. No se consideró como opción viable a la producción de composta, porque el residual orgánico a manejar, representa un tonelaje importante que demandaría una superficie de terreno muy grande, así como maquinaria especializada y mucho tiempo de espera para tener el producto terminado.

- c. Categoría No. 3. Inorgánicos Combustibles. Esta categoría se refiere fundamentalmente a los subproductos inorgánicos con el suficiente valor calórico (poder calorífico), para ser utilizados en un proceso de combustión, como combustible alternativo en sustitución de los tradicionales combustibles fósiles (coque, combustóleo, diésel, gas, etc.); que bien puede ser desde un incinerador hasta calderas de alta eficiencia y hornos cementeros. Si el porcentaje de este tipo de materiales no es suficiente para dar certeza financiera a este tipo de aprovechamiento, siempre se tendrá la opción de enviarlos a confinamiento al relleno sanitario.
- d. Categoría No. 4. Descartables. En esta categoría se incluye a todos aquellos subproductos que por sus características propias no sea posible clasificarlos como biodegradables, ni reciclables ni tampoco como combustibles; por lo que sea prácticamente imposible su valorización. Por tal razón, destino natural será disponerlos en las celdas del relleno sanitario.

La proyección de las cantidades de subproductos, agrupadas en las 4 categorías antes descritas, se presenta en las siguientes tablas con el fin de que sirvan de base para realizar los balances de valorización y definir el esquema con mayor sustentabilidad para el SCT.

Es importante mencionar que la Tabla No. VI.3.6.1.2, se presenta del total de materiales reciclables, las cantidades que se recuperan y las susceptibles de ser recuperadas, considerando que el porcentaje de materiales que se reciclan es del 8%.



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

Tabla No. VI.3.6.1.1 Proyección de la generación de residuos, por categorías.

Año	Población	Generación per cápita (kg/hab/día)	Generación (t/día)	GENERACIÓN POR CATEGORÍA DE RESIDUOS (t/día)			
				Orgánico	Reciclable	Inorgánico combustible	Descartable
2019	1577354	0.686	1082.07	532.62	205.41	268.86	75.15
2020	1588554	0.689	1095.20	539.09	207.91	272.12	76.06
2021	1599328	0.693	1108.14	545.46	210.36	275.34	76.96
2022	1609775	0.696	1120.95	551.76	212.80	278.52	77.85
2023	1619833	0.700	1133.60	557.99	215.20	281.67	78.73
2024	1629495	0.703	1146.06	564.12	217.56	284.76	79.60
2025	1638739	0.707	1158.32	570.16	219.89	287.81	80.45
2026	1647565	0.710	1170.39	576.10	222.18	290.81	81.29
2027	1655986	0.714	1182.25	581.94	224.43	293.75	82.11
2028	1664000	0.717	1193.91	587.68	226.65	296.65	82.92
2029	1671601	0.721	1205.36	593.31	228.82	299.50	83.71

Fuente: Propia



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

Tabla No. VI.3.6.1.2 Proyección de la generación de residuos, por tipo de categoría, señalando las cantidades de reciclables que se recuperan, considerando que el 8% del total se recicla.

Año	Población	Generación per cápita (kg/hab/día)	Generación (t/día)	GENERACIÓN DE POR CATEGORÍA DE RESIDUOS (t/día)					
				Orgánico	Reciclable	Reciclable (recuperado)	Reciclable (no recuperado)	Inorgánico combustible	Descartable
2019	1577354	0.686	1082.07	532.62	205.41	86.57	118.85	268.86	75.15
2020	1588554	0.689	1095.20	539.09	207.91	87.62	120.29	272.12	76.06
2021	1599328	0.693	1108.14	545.46	210.36	88.65	121.71	275.34	76.96
2022	1609775	0.696	1120.95	551.76	212.80	89.68	123.12	278.52	77.85
2023	1619833	0.700	1133.60	557.99	215.20	90.69	124.51	281.67	78.73
2024	1629495	0.703	1146.06	564.12	217.56	91.68	125.88	284.76	79.60
2025	1638739	0.707	1158.32	570.16	219.89	92.67	127.23	287.81	80.45
2026	1647565	0.710	1170.39	576.10	222.18	93.63	128.55	290.81	81.29
2027	1655986	0.714	1182.25	581.94	224.43	94.58	129.85	293.75	82.11
2028	1664000	0.717	1193.91	587.68	226.65	95.51	131.13	296.65	82.92
2029	1671601	0.721	1205.36	593.31	228.82	96.43	132.39	299.50	83.71
2030	1678746	0.725	1216.57	598.83	230.95	97.33	133.62	302.28	84.49

Fuente: Propia



VI. PROYECCIONES DE LOS ESQUEMAS DE VALORIZACIÓN.

A partir de las cifras concentradas en las Tablas Nos. VI.3.6.1.1 y VI.3.6.1.2, se formularon las proyecciones de los esquemas potenciales de valorización para cada una de las categorías en que fueron integrados los diferentes subproductos presentes en la basura; considerando los procesos de aprovechamiento que fueron señalados en el capítulo anterior.

a. Categoría No. 1. Reciclables.

En las Tablas Nos. VI.3.6.2.1 y VI.3.6.2.2, se presentan respectivamente, las proyecciones de la valorización de los materiales reciclables, para un 8% del total de residuos generados y para el total de la fracción de estos subproductos.

Para este análisis, se consideró un valor promedio de venta en el mercado para los subproductos con valor comercial, de \$4,000.00 \$MXN/Tonelada.

Tabla No. VI.3.6.2.1 Proyección de la valorización de reciclables, correspondiente al 8% del total de los residuos generados.

Año	Población	Generación (t/día)	Reciclable (t/día) (8% del total)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	86.57	\$ 346,260.80
2020	1 588 554	1095.20	87.62	\$ 350,462.92
2021	1 599 328	1108.14	88.65	\$ 354,604.19
2022	1 609 775	1120.95	89.68	\$ 358,705.06
2023	1 619 833	1133.60	90.69	\$ 362,750.91
2024	1 629 495	1146.06	91.68	\$ 366,739.27
2025	1 638 739	1158.32	92.67	\$ 370,663.91
2026	1 647 565	1170.39	93.63	\$ 374,523.49
2027	1 655 986	1182.25	94.58	\$ 378,319.89
2028	1 664 000	1193.91	95.51	\$ 382,051.49
2029	1 671 601	1205.36	96.43	\$ 385,715.79
2030	1 678 746	1216.57	97.33	\$ 389,301.12

Fuente: Propia



Tabla No. VI.3.6.2.2. Proyección de la valorización del total de reciclables.

Año	Población	Generación (t/día)	Reciclable (t/día)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	205.41	\$ 821,659.88
2020	1 588 554	1095.20	207.91	\$ 831,631.30
2021	1 599 328	1108.14	210.36	\$ 841,458.34
2022	1 609 775	1120.95	212.80	\$ 851,189.49
2023	1 619 833	1133.60	215.20	\$ 860,790.09
2024	1 629 495	1146.06	217.56	\$ 870,254.28
2025	1 638 739	1158.32	219.89	\$ 879,567.26
2026	1 647 565	1170.39	222.18	\$ 888,725.85
2027	1 655 986	1182.25	224.43	\$ 897,734.53
2028	1 664 000	1193.91	226.65	\$ 906,589.44
2029	1 671 601	1205.36	228.82	\$ 915,284.64
2030	1 678 746	1216.57	230.95	\$ 923,792.45

Fuente: Propia

El ingreso potencial diario para 2020 del total de subproductos reciclables es de \$ 835,268.17 pesos mexicanos, mientras que para el 8% del total, es de \$ 351,995.56.

b. Categoría No. 2. Orgánicos.

En la Tabla No. VI.3.6.2.3, se reporta la proyección de la producción de composta, a partir del aprovechamiento de residuos con un elevado porcentaje de humedad. Como la composta que se obtendrá, se utilizará para mantener los parques y las áreas jardinadas, no habrá ningún beneficio económico de esta actividad. Para su cuantificación, se producirá un 20% del total de residuos que ingresarán al proceso.



Tabla No. VI.3.6.2.3. Proyección de la valorización de la fracción orgánica a compostear.

Año	Población	Generación (t/día)	Orgánico (t/día)	Cantidad de residuos a proceso (t/día)	Composta obtenida (t/día)
2019	1 577 354	1082.07	532.62	85.22	17.04
2020	1 588 554	1095.20	539.09	86.25	17.25
2021	1 599 328	1108.14	545.46	87.27	17.45
2022	1 609 775	1120.95	551.76	88.28	17.66
2023	1 619 833	1133.60	557.99	89.28	17.86
2024	1 629 495	1146.06	564.12	90.26	18.05
2025	1 638 739	1158.32	570.16	91.23	18.25
2026	1 647 565	1170.39	576.10	92.18	18.44
2027	1 655 986	1182.25	581.94	93.11	18.62
2028	1 664 000	1193.91	587.68	94.03	18.81
2029	1 671 601	1205.36	593.31	94.93	18.99
2030	1 678 746	1216.57	598.83	95.81	19.16

Fuente: Propia

Las Tablas Nos. VI.3.6.2.4 y VI.3.6.2.5 muestran las proyecciones de la valorización de la fracción orgánica restante, utilizando respectivamente el proceso de la digestión anaerobia y el de la producción de biomasa residual.

Para el primero se utilizó una relación de productividad de 350 m³ de biogás por tonelada de residuos orgánicos secos; mientras que para el segundo fue de 600 kg. de biomasa por tonelada de residuos orgánicos.

Para la cuantificación de los ingresos por la producción de energía con estos procesos, se consideraron 24 horas de trabajo por día. Así mismo para la digestión anaerobia se utilizó un rendimiento de 10 Kwhr por un metro cúbico de metano y para la biomasa residual de 3000 Kilocalorías por kg. de biomasa y 0.28 Kwhr por Mega-joule. La tarifa por la venta de energía fue de \$3.65 MXN/Kwhr.

El ingreso potencial diario en el año 2020 para el total de energía producida con la digestión anaerobia es de 2,905,117.63 \$MXN y el que se obtendría con la



biomasa residual que se produciría, es de 3,500,643.50 \$MXN; es decir un 20% más que los ingresos que se tendrían con la digestión anaerobia.



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

Tabla No. VI.3.6.2.4. Proyección de la valorización de la fracción orgánica para el proceso de digestión anaerobia.

Año	Población	Generación (t/día)	Orgánico (t/día)	Orgánico altamente biodegradable (t/día)	Digestato (t/día)	Biogás obtenido (m³)	Concentración de metano (m³)	Energía (KWh)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	532.62	447.40	268.44	156,591.07	78,295.54	782,955.37	2,857,787.09
2020	1 588 554	1095.20	539.09	452.83	271.70	158,491.42	79,245.71	792,457.08	2,892,468.35
2021	1 599 328	1108.14	545.46	458.18	274.91	160,364.24	80,182.12	801,821.21	2,926,647.42
2022	1 609 775	1120.95	551.76	463.48	278.09	162,218.79	81,109.40	811,093.97	2,960,493.00
2023	1 619 833	1133.60	557.99	468.71	281.23	164,048.47	82,024.23	820,242.34	2,993,884.52
2024	1 629 495	1146.06	564.12	473.86	284.32	165,852.14	82,926.07	829,260.71	3,026,801.60
2025	1 638 739	1158.32	570.16	478.93	287.36	167,627.00	83,813.50	838,135.00	3,059,192.76
2026	1 647 565	1170.39	576.10	483.92	290.35	169,372.43	84,686.22	846,862.17	3,091,046.94
2027	1 655 986	1182.25	581.94	488.83	293.30	171,089.30	85,544.65	855,446.50	3,122,379.73
2028	1 664 000	1193.91	587.68	493.65	296.19	172,776.86	86,388.43	863,884.29	3,153,177.66
2029	1 671 601	1205.36	593.31	498.38	299.03	174,433.98	87,216.99	872,169.91	3,183,420.17
2030	1 678 746	1216.57	598.83	503.02	301.81	176,055.39	88,027.70	880,276.95	3,213,010.87

Fuente: Propia



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

Tabla No. VI.3.6.2.5. Proyección de la valorización de la fracción orgánica que se utilizaría para producir biomasa residual.

Año	Población	Generación (t/día)	Orgánico (t/día)	Cantidad de residuo para proceso de generación de biomasa (t/día)	Biomasa residual generada (t/día)	Poder calorífico (MJ/día)	Poder calorífico (KWh)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	532.62	447.40	268.44	3,369,481.97	39,310.62	\$ 3,443,610.58
2020	1 588 554	1095.20	539.09	452.83	271.70	3,410,373.02	39,787.69	\$ 3,485,401.22
2021	1 599 328	1108.14	545.46	458.18	274.91	3,450,671.95	40,257.84	\$ 3,526,586.73
2022	1 609 775	1120.95	551.76	463.48	278.09	3,490,577.67	40,723.41	\$ 3,567,370.38
2023	1 619 833	1133.60	557.99	468.71	281.23	3,529,948.04	41,182.73	\$ 3,607,606.90
2024	1 629 495	1146.06	564.12	473.86	284.32	3,568,759.01	41,635.52	\$ 3,647,271.71
2025	1 638 739	1158.32	570.16	478.93	287.36	3,606,949.90	42,081.08	\$ 3,686,302.80
2026	1 647 565	1170.39	576.10	483.92	290.35	3,644,507.66	42,519.26	\$ 3,724,686.83
2027	1 655 986	1182.25	581.94	488.83	293.30	3,681,450.69	42,950.26	\$ 3,762,442.60
2028	1 664 000	1193.91	587.68	493.65	296.19	3,717,763.07	43,373.90	\$ 3,799,553.86
2029	1 671 601	1205.36	593.31	498.38	299.03	3,753,420.58	43,789.91	\$ 3,835,995.83
2030	1 678 746	1216.57	598.83	503.02	301.81	3,788,309.58	44,196.95	\$ 3,871,652.39

Fuente: Propia



c. Categoría No. 3. Inorgánicos Combustibles.

Las Tablas Nos. No. VI.3.6.2.6, VI.3.6.2.7, y VI.3.6.2.8, muestran las diferentes proyecciones de la producción de energía, utilizando respectivamente, la capacidad calórica de los materiales inorgánicos combustibles, de los subproductos reciclables con valor comercial que no se aprovechan y una tercera considerando ambas corrientes, utilizando un poder calorífico de 1.713 MJ/kg de subproductos y una relación de productividad de 0.28 Kwhr por Mega-joule

Para la cuantificación de los ingresos por la producción de energía, aprovechando el poder calórico de las corrientes de residuos antes mencionadas, se consideró un valor de 24 horas por día y la tarifa por la venta de energía fue de \$3.65 MXN/Kwhr.

El ingreso potencial diario en el 2020, para el total de energía producida con las tres posibilidades consideradas, se reportan a continuación:

- Materiales inorgánicos combustibles: 478,623.46 \$MXN
- Subproductos reciclables con valor comercial que no se aprovechan: 211,574.33 \$MXN.
- Ambas corrientes: 690,197.79 \$MXN.



Tabla No. VI.3.6.2.6. Proyección de la valorización de la combustión de los inorgánicos combustibles.

Año	Población	Generación (t/día)	Inorgánico combustible (t/día)	Poder calorífico (MJ/día)	Poder calorífico (KWh)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	268.86	460,690.48	5,374.72	470,825.67
2020	1 588 554	1095.20	272.12	466,281.28	5,439.95	476,539.47
2021	1 599 328	1108.14	275.34	471,791.13	5,504.23	482,170.53
2022	1 609 775	1120.95	278.52	477,247.22	5,567.88	487,746.65
2023	1 619 833	1133.60	281.67	482,630.11	5,630.68	493,247.97
2024	1 629 495	1146.06	284.76	487,936.52	5,692.59	498,671.12
2025	1 638 739	1158.32	287.81	493,158.14	5,753.51	504,007.62
2026	1 647 565	1170.39	290.81	498,293.20	5,813.42	509,255.66
2027	1 655 986	1182.25	293.75	503,344.22	5,872.35	514,417.79
2028	1 664 000	1193.91	296.65	508,309.01	5,930.27	519,491.81
2029	1 671 601	1205.36	299.50	513,184.26	5,987.15	524,474.31
2030	1 678 746	1216.57	302.28	517,954.44	6,042.80	529,349.44

Fuente: Propia

Tabla No. VI.3.6.2.7. Proyección de la valorización de la combustión de la fracción de los subproductos inorgánicos con valor comercial no recuperados.

Año	Población	Generación (t/día)	Reciclable (no recuperado) (t/día)	Poder calorífico (MJ/día)	Poder calorífico (KWh)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	118.85	203,647.10	2,375.88	208,127.34
2020	1 588 554	1095.20	120.29	206,118.50	2,404.72	210,653.11
2021	1 599 328	1108.14	121.71	208,554.12	2,433.13	213,142.31
2022	1 609 775	1120.95	123.12	210,965.97	2,461.27	215,607.22
2023	1 619 833	1133.60	124.51	213,345.46	2,489.03	218,039.06
2024	1 629 495	1146.06	125.88	215,691.14	2,516.40	220,436.35
2025	1 638 739	1158.32	127.23	217,999.35	2,543.33	222,795.34
2026	1 647 565	1170.39	128.55	220,269.29	2,569.81	225,115.22
2027	1 655 986	1182.25	129.85	222,502.08	2,595.86	227,397.13
2028	1 664 000	1193.91	131.13	224,696.76	2,621.46	229,640.08
2029	1 671 601	1205.36	132.39	226,851.85	2,646.60	231,842.59



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

2030	1 678 746	1216.57	133.62	228,960.49	2,671.21	233,997.63
------	-----------	---------	--------	------------	----------	------------

Fuente: Propia

Tabla No. VI.3.6.2.8. Proyección de la valorización de la combustión de la fracción de los subproductos inorgánicos con valor comercial no recuperados y de los inorgánicos combustibles

Año	Población	Generación (t/día)	Inorgánico combustible (t/día)	Reciclable (no recuperado) (t/día)	Poder calorífico (MJ/día)	Poder calorífico (KWh)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	268.86	118.85	664,337.58	7,750.61	678,953.00
2020	1 588 554	1095.20	272.12	120.29	672,399.78	7,844.66	687,192.58
2021	1 599 328	1108.14	275.34	121.71	680,345.24	7,937.36	695,312.84
2022	1 609 775	1120.95	278.52	123.12	688,213.18	8,029.15	703,353.87
2023	1 619 833	1133.60	281.67	124.51	695,975.57	8,119.71	711,287.03
2024	1 629 495	1146.06	284.76	125.88	703,627.66	8,208.99	719,107.47
2025	1 638 739	1158.32	287.81	127.23	711,157.49	8,296.84	726,802.96
2026	1 647 565	1170.39	290.81	128.55	718,562.50	8,383.23	734,370.87
2027	1 655 986	1182.25	293.75	129.85	725,846.30	8,468.21	741,814.92
2028	1 664 000	1193.91	296.65	131.13	733,005.76	8,551.73	749,131.89
2029	1 671 601	1205.36	299.50	132.39	740,036.11	8,633.75	756,316.90
2030	1 678 746	1216.57	302.28	133.62	746,914.93	8,714.01	763,347.06

Fuente: Propia

d. Categoría No. 4. Descartables

En las Tablas Nos. VI.3.6.2.9, VI.3.6.2.10 y VI.3.6.2.11, se presentan las proyecciones de los ingresos de residuos a las celdas del relleno sanitario, considerando respectivamente, los descartables, estos más los materiales inorgánicos combustibles (si es que no se aprovecharan) y los descartables con los inorgánicos combustibles y los subproductos reciclables con valor comercial que no se aprovechan.

Así mismo en la Tabla No. VI.3.6.2.12, se presenta la proyección del ingreso al relleno sanitario del digestato, producto de la digestión anaerobia, si es que no tuviera algún aprovechamiento y deba disponerse en las celdas del relleno. Esta situación obraría en contra del proceso mencionado, en el análisis comparativo



que se realizara para elegir la tecnología idónea con el fin de valorizar la fracción orgánica presente en la basura.

La cuantificación de los ingresos por la disposición final de los residuos en las celdas del relleno sanitario, se consideró una tarifa de 96.62 \$MXN/Ton.

El ingreso potencial diario para el 2020, que se tendría que erogar para los cuatro diferentes escenarios de ingreso de residuos al relleno sanitario, se reportan como sigue:

- Descartables: 7,381.40 \$MXN.
- Descartables más los inorgánicos combustibles: 33,789.08 \$MXN.
- Descartables más inorgánicos combustibles y subproductos reciclables con valor comercial que no se aprovechan: 45,462.53 \$MXN.
- Digestato: 26,366.42 \$MXN.

Tabla No. VI.3.6.2.9. Proyección del ingreso de los descartables al relleno sanitario.

Año	Población	Generación (t/día)	Descartable (t/día)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	75.15	\$ 7,261.14
2020	1 588 554	1095.20	76.06	\$ 7,349.26
2021	1 599 328	1108.14	76.96	\$ 7,436.10
2022	1 609 775	1120.95	77.85	\$ 7,522.10
2023	1 619 833	1133.60	78.73	\$ 7,606.94
2024	1 629 495	1146.06	79.60	\$ 7,690.58
2025	1 638 739	1158.32	80.45	\$ 7,772.88
2026	1 647 565	1170.39	81.29	\$ 7,853.82
2027	1 655 986	1182.25	82.11	\$ 7,933.43
2028	1 664 000	1193.91	82.92	\$ 8,011.68
2029	1 671 601	1205.36	83.71	\$ 8,088.52
2030	1 678 746	1216.57	84.49	\$ 8,163.70

Fuente: Propia



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

Tabla No. VI.3.6.2.10. Proyección del ingreso de los descartables y los inorgánicos combustibles al relleno.

Año	Población	Generación (t/día)	Descartable (t/día)	Inorgánico combustible (t/día)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	75.15	268.86	33,238.58
2020	1 588 554	1095.20	76.06	272.12	33,641.96
2021	1 599 328	1108.14	76.96	275.34	34,039.49
2022	1 609 775	1120.95	77.85	278.52	34,433.14
2023	1 619 833	1133.60	78.73	281.67	34,821.52
2024	1 629 495	1146.06	79.60	284.76	35,204.37
2025	1 638 739	1158.32	80.45	287.81	35,581.11
2026	1 647 565	1170.39	81.29	290.81	35,951.60
2027	1 655 986	1182.25	82.11	293.75	36,316.03
2028	1 664 000	1193.91	82.92	296.65	36,674.24
2029	1 671 601	1205.36	83.71	299.50	37,025.98
2030	1 678 746	1216.57	84.49	302.28	37,370.15

Fuente: Propia

Tabla No. VI.3.6.2.11. Proyección del ingreso de los descartables, inorgánicos combustibles y reciclables no recuperados al relleno.

Año	Población	Generación (t/día)	Descartable (t/día)	Inorgánico combustible (t/día)	Reciclable (no recuperado) (t/día)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	75.15	268.86	118.85	44,721.85
2020	1 588 554	1095.20	76.06	272.12	120.29	45,264.58
2021	1 599 328	1108.14	76.96	275.34	121.71	45,799.45
2022	1 609 775	1120.95	77.85	278.52	123.12	46,329.11
2023	1 619 833	1133.60	78.73	281.67	124.51	46,851.65
2024	1 629 495	1146.06	79.60	284.76	125.88	47,366.78
2025	1 638 739	1158.32	80.45	287.81	127.23	47,873.67
2026	1 647 565	1170.39	81.29	290.81	128.55	48,372.16
2027	1 655 986	1182.25	82.11	293.75	129.85	48,862.49
2028	1 664 000	1193.91	82.92	296.65	131.13	49,344.45
2029	1 671 601	1205.36	83.71	299.50	132.39	49,817.72
2030	1 678 746	1216.57	84.49	302.28	133.62	50,280.79



Fuente: Propia

Tabla No. VI.3.6.2.12. Proyección del ingreso del digestato proveniente de la digestión anaerobia al relleno.

Año	Población	Generación (t/día)	Digestato (t/día)	\$/día
2019	1 577 354	1082.07	268.44	25,936.85
2020	1 588 554	1095.20	271.70	26,251.61
2021	1 599 328	1108.14	274.91	26,561.82
2022	1 609 775	1120.95	278.09	26,868.99
2023	1 619 833	1133.60	281.23	27,172.05
2024	1 629 495	1146.06	284.32	27,470.80
2025	1 638 739	1158.32	287.36	27,764.78
2026	1 647 565	1170.39	290.35	28,053.88
2027	1 655 986	1182.25	293.30	28,338.25
2028	1 664 000	1193.91	296.19	28,617.77
2029	1 671 601	1205.36	299.03	28,892.25
2030	1 678 746	1216.57	301.81	29,160.81

Fuente: Propia

VII. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA CONCEPTUAL TECNOLÓGICO.

Después de la revisión de los balances de valorización antes descritos para cada una de las categorías en que fueron agrupados los residuos, el esquema conceptual para el SCT que resulta más conveniente, se ilustra en la Imagen No. VI.3.6.3.1 Las opciones elegidas que integran dicho esquema conceptual, se eligieron con base en las consideraciones que se describen a continuación:

- ✓ Se incluirá la instalación para la producción de compost, a partir de residuos con alto contenido de humedad, como son vegetales y frutas no consumibles, y flores marchitas. Para el año 2020 ingresarán 541 toneladas al día de residuos orgánicos, de las cuales 85 con tales características y que se puedan segregar donde se comercializan, servirán para producir 17 toneladas diarias de compost.
- ✓ Las 456 toneladas restantes de orgánicos, se canalizarán al proceso para producir biomasa residual y posteriormente vapor y energía mediante una caldera que funcionará con la biomasa como combustible. Se optó por este proceso en lugar de la digestión anaerobia, porque los costos de inversión



para la opción desechada son el doble que para la biomasa residual. Los costos de operación son más elevados, la producción energética es menor y tiene el inconveniente de que el digestato (lodo digerido), debe ser extraído y confinar en el relleno sanitario. De las 456 toneladas de residuos orgánicos que ingresarán diariamente al proceso, se obtendrán 273 toneladas por día de biomasa residual.

- ✓ Para el proceso del reciclaje, no se tomará el total de la fracción de material reciclable, porque es posible que el mercado natural de los subproductos que tienen valor comercial, no esté preparado para recibir entre tres y cuatro veces más material, del que en la actualidad capitaliza. Por tanto, se considerará un flujo de aproximadamente el 10% de subproductos con valor comercial, del total de residuos (110 toneladas diarias).
- ✓ La integración del material que puede ser valorizado mediante algún proceso de combustión, aprovechando el alto poder calorífico que posee; se hará con la categoría del material inorgánico combustible y con la corriente de los subproductos reciclables con valor en el mercado que no se canalizarán a este proceso, proponiendo una cantidad de 371 toneladas por día (33.80%). Este material se podría canalizar a una planta cementera o incluso a la caldera donde se utilizará la biomasa residual, con lo que se podría generar una mayor cantidad de energía.
- ✓ Al relleno sanitario se enviará toda la categoría de descartables (77 ton/día), además de poder confinar el material propuesto para que sea valorizable mediante algún proceso de combustión, en caso de que no se impulse este mercado o no se logre algún acuerdo con instalaciones existentes y cercanas, que puedan usarlo como combustible alterno (371 ton/día).

De acuerdo con lo anterior, se presenta en la siguiente Imagen No. VI.3.6.3.1, el diagrama de flujo del SCT integrado por los procesos ya descritos, con el balance de materiales para el tonelaje correspondiente a la generación de residuos estimada para el 2020:



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

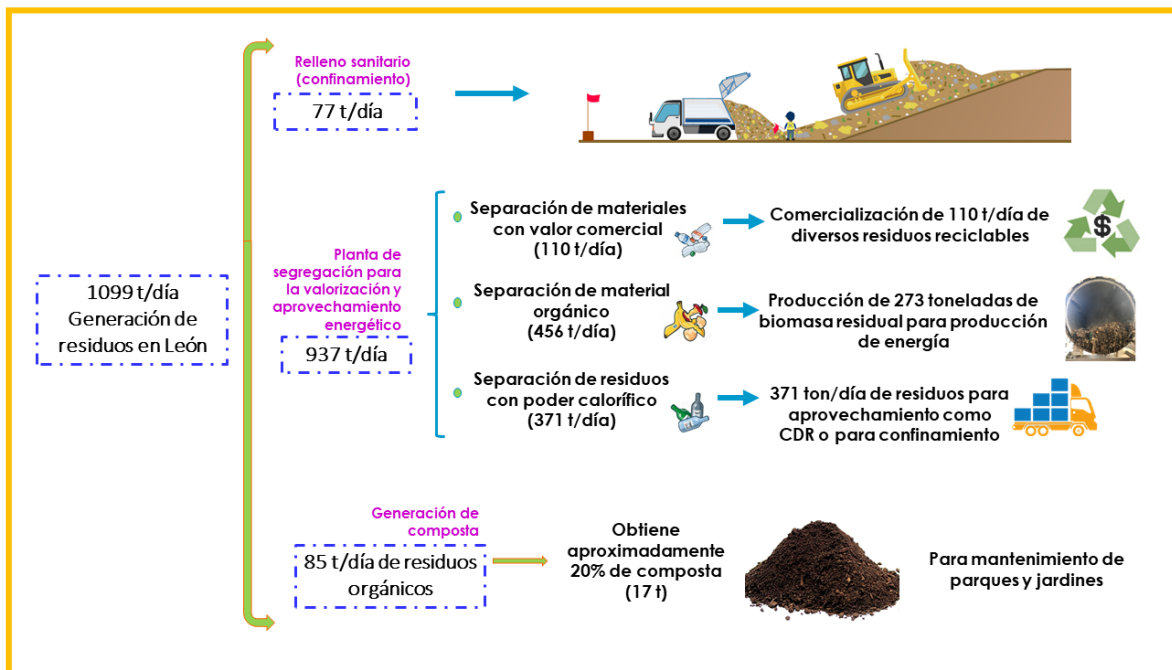


Imagen No. VI.3.6.3.1 Diagrama de flujo del esquema conceptual para el SCT.



Imagen No. VI.3.6.3.2 Planta de generación de composta.

El sistema propuesto para la producción de composta es utilizado exitosamente en Alemania.



Imagen No. VI.3.6.3.3 Planta de compactación de CDR, Alcaldía Iztapalapa, CDMX.

En la Alcaldía de Iztapalapa de la CDMX, CEMEX instaló y opera una planta para la obtención de CDR.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.



Imagen No. VI.3.6.3.4 Planta de biomasa residual, Municipio de Tecámac, Edo. Mex.

En el Municipio de Tecámac, Mex.; opera una planta de biomasa residual, de la que se obtienen entre 150 y 180 de biomasa residual seca, para la generación de energía en una caldera.



Imagen No. VI.3.6.3.5 Procesos de producción de la planta de biomasa residual



VIII. VALORIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS.

Dentro de los predios donde se instalarán las estaciones de transbordo de barrido, se habilitarán Centros de Acopio (CEVALORA) para promover el aprovechamiento de los residuos con alto valor comercial, como son los plásticos, el papel, el cartón y el aluminio, etc. Estas instalaciones, tendrán una capacidad instalada de 6.5 ton/día. En la Imagen No. VI.3.6.1 se muestra la planta arquitectónica de dicho centro.

De acuerdo con los análisis de composición los subproductos con alto valor comercial y de mayor abundancia en la basura, son los que se indican a continuación, por lo que se propone considerar a estos materiales, como la principal corriente de residuos reciclables:

- Cartón
- Latas (hojalata y aluminio)
- Metal ferroso
- Metal no ferroso
- Papel
- PET
- Polietileno de alta densidad
- Polietileno de baja densidad
- Recipientes de polietileno de alta densidad
- Vidrio de color
- Vidrio transparente

El material recuperado será llevado por los usuarios al área o centro de acopio de materiales seleccionados, con el fin de prepararlos mediante la compactación y/o embalado, para su envío como materia prima a empresas manufactureras. La descripción del proceso del centro mencionado, se presenta a continuación:

Clasificación

Los subproductos reciclables recuperados pasarán por una separación más fina, para hacer una clasificación por corriente de residuos segregada, es decir, los plásticos se separarán por tipo de plásticos (PET, Polipropileno, PVC, etc.), el vidrio por su color (transparente, ámbar, verde, etc.) y así sucesivamente con el resto de los demás subproductos.

- Preparación y embalado

Los subproductos reciclables recuperados y clasificados por tipo y subtipo (separación gruesa y clasificación fina), se trasladarán en contenedores móviles

hacia el área de acopio y preparación de subproductos, para que puedan ser acondicionados y embalados en las presentaciones comerciales más comunes, para su envío y aprovechamiento como materia prima a la industria de la manufactura.

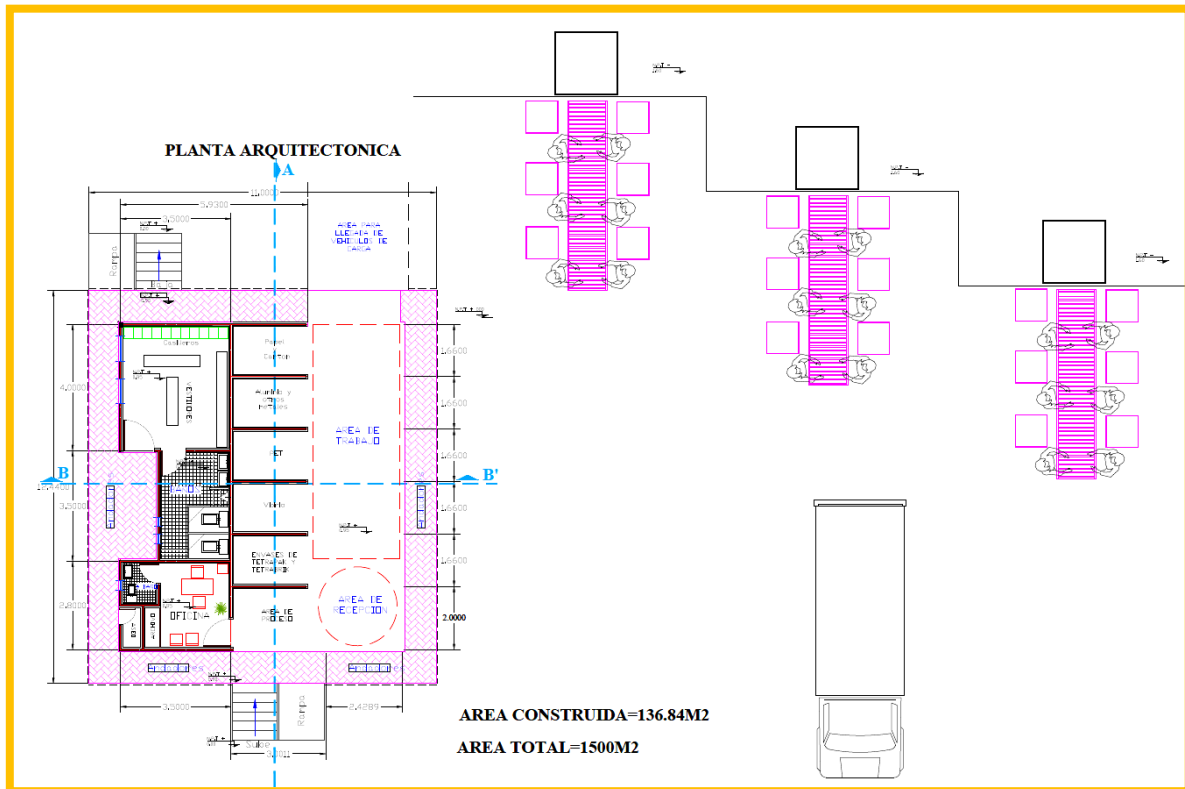


Imagen No. VI.3.6.4.1 Centro tipo para la valorización de los residuos sólidos urbanos.

- Manejo del material de rechazo

El rechazo que resultará del proceso, será enviado a las celdas de basura del relleno sanitario, sin pasar por una planta de clasificación.

Finalmente, con el fin de facilitar la segregación de los residuos al interior de las casas-habitación, se propone que los usuarios del sistema de recolección, segreguen sus residuos en dos corrientes: residuos inorgánicos y residuos orgánicos; de tal manera que solamente se utilicen dos recipientes; uno de color azul para los primeros y uno de color verde para los segundos.

La recolección de los residuos inorgánicos y orgánicos, no se hará en forma simultánea, ya que para ello se requiere adquirir equipo sumamente



especializado por lo que se debe promover alguna opción que utilice el equipo tradicional. Para ello, se sugiere recolectar las dos corrientes de residuos ya mencionados, en forma separada, incluso en diferentes días, pero empleando la misma ruta para ambas corrientes. La corriente de residuos inorgánicos podrá ser transportada directamente por la población, a los centros de valorización.

El ajuste de mejora en el esquema actual de valorización se realizará como se muestra en la Imagen No. VI.3.6.4.2



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

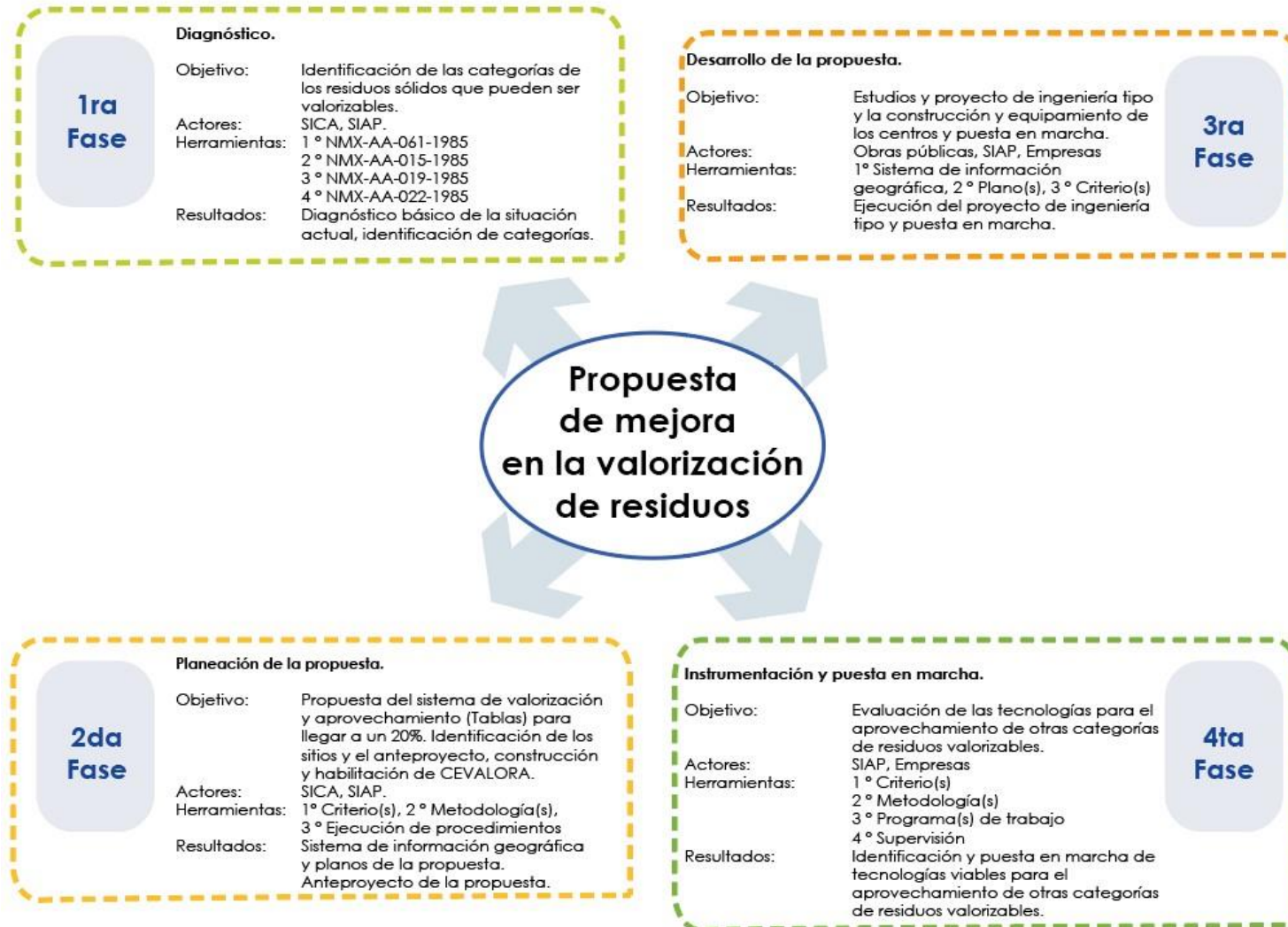


Imagen No. VI.3.6.4.2 Modelo conceptual de la propuesta de mejora en la valorización de residuos del municipio.



VI.3.7. PROPUESTA PARA LA FORMALIZACIÓN DE LOS GRUPOS DE RECUPERADORES

El aprovechamiento de los residuos sólidos es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados derivados de la segregación realizada principalmente por los recuperadores urbanos, son incorporados al ciclo económico y productivo por sus condiciones físico-químicas, como son el reciclaje, incineración, el composteo o cualquier otra modalidad, con la finalidad de tener beneficios sanitarios, ambientales y económicos.

Ahora bien, referente al aprovechamiento de los residuos sólidos domiciliarios en el municipio de León, prácticamente no existe ningún programa formal por parte de las autoridades que lleve a cabo dicho aprovechamiento, la única práctica es mediante el sector informal, comúnmente llamados recuperadores urbanos.

De acuerdo a la información proporcionada por el SIAP y por las notas periodísticas encontradas, se estima la existencia de 1,500 personas que se dedican a la actividad de la pepena, razón por la cual, el gobierno municipal creó una iniciativa para censar y regularizar a dichos habitantes, fijando un primer objetivo de ingresar al mercado formal a 300 pepenadores como recuperadores urbanos antes de terminar el año 2019 y llegar a 1,500 recuperadores en lo que resta de la presente administración.

Dentro de las actividades que realizan los recuperadores urbanos hay prácticas indebidas que desvirtúan el servicio de la recolección, siendo las siguientes las más comunes:

- Destrozar las bolsas para obtener los residuos con valor comercial (papel, cartón, PET, plásticos duros, aluminio, metales, etc.), dispersando los residuos sobre las vialidades.
- Se incumple el Artículo 17 del REGLAMENTO DE POLICIA Y BUEN GOBIERNO donde se establece que: "Son faltas o infracciones que atentan contra la salud pública: Arrojar en lugares públicos o lotes baldíos, no autorizados, residuos sólidos contaminantes o peligrosos para la salud."
- Los recuperadores urbanos perturban el sistema de recolección en toda la ciudad, incluso en la zona centro.
- Los residuos que quedan dispersos sobre la vialidad son colectados por el personal del servicio de recolección, incrementando su costo.



Un punto de suma importancia es que, en general, las personas que se dedican a la compra y venta de materiales con valor comercial (papel, cartón, vidrio, metales, plásticos, aluminio, etc.) no perciben o no tienen una sensibilidad ambiental, por el contrario, es una forma de vida con implicaciones exclusivamente económicas.

a) Desarrollo de la propuesta

La propuesta a utilizar para regularizar a los recuperadores urbanos, puede crear condiciones tales de desarrollo socio-económico-ambiental en el municipio de León, con la participación activa de los actores involucrados (recuperadores urbanos, Municipio y SIAP) y la utilización más activa de las capacidades e iniciativas locales. Por lo tanto, se espera que, a través de este progreso comunitario, se origine un crecimiento económico sustentable a nivel local.

Una vez que se empiece a desarrollar la propuesta, se espera que cada uno de los siguientes elementos que la componen, sean identificados y/o mejorados:

- Objetivo
- Problemática actual
- Estrategia y etapas para la realización
- Roles de los actores involucrados
- Medios
- Estructura de organización y poder
- Intereses
- Relación de recuperadores urbanos (comunidad-autoridades)

De acuerdo a lo anterior, la propuesta implica un enfoque interdisciplinario e intersectorial, que incluye los principios básicos de un desarrollo social:

- Dignidad humana
- Igualdad
- Justicia social
- Cooperación
- Colectividad
- Participación

b) Determinantes: Identificación de Factores Críticos de Éxito



Como ya se mencionó en el capítulo del diagnóstico, para el caso particular de los recuperadores urbanos del municipio, fue posible identificar determinadas debilidades que caracterizan el escenario actual, y que obstaculizan la introducción de un modelo que integre a los recuperadores urbanos. Por lo tanto, para llevar a cabo una nueva propuesta debe responder a los siguientes factores:

- *Reconocimiento de las características específicas locales:* Reconocer la diversidad y características específicas del municipio, permitiendo soluciones locales que se adapten a las capacidades actuales existentes.
- *Fomento del empleo:* Conseguir un balance en total del personal (recuperadores urbanos) que por razones organizativas y de eficiencia del sistema podrían cambiar de posición. Por lo tanto, cada acción debe fomentar y apoyar la negociación y concertación de propuestas que signifiquen cambios positivos en el actual mercado laboral informal.
- *Concertación:* Reconocer que el material separado reciclable actualmente es un elemento de negociación social, económico y organizativo por lo que debe ser considerado como tal. Por otro lado, el proceso de formalización exige un alto grado de consenso y espíritu más abierto entre los actores, que conduzca a la negociación y concertación social como principal estrategia para avanzar en la introducción y aplicación de nuevas propuestas.
- *Educación:* Incorporar un proceso educativo continuo en el proceso de mejoramiento de la situación actual, debido al desconocimiento en distintos niveles de los objetivos y de las estrategias de gestión de los residuos sólidos por parte de los actores responsables.
- *Seguimiento y control:* Integrar una supervisión estricta y transparente para el cumplimiento de disposiciones legales o contractuales que protegen los intereses de la población y de los trabajadores y que garantizan el éxito de la propuesta.
- *Financiamiento:* La obtención de recursos financieros que permita la implementación de la propuesta, representa un serio obstáculo. Por lo tanto, será tarea determinante para los actores, identificar fuentes de financiamiento disponibles para los fines que persigue la propuesta y cada una de sus fases.



- *Participación:* Integrar a la comunidad y a los demás actores en el proceso de mejoramiento de la situación actual para dar mayores garantías a un cambio permanente.
- *Información:* Obtener, analizar y difundir una base de datos compuesta por información precisa y actualizada entre los actores como base para la gestión ambiental. Esto permite apoyar el proceso de formalización con total transparencia.
- *Coordinación:* Establecer mecanismos o instancias permanentes de relación entre los actores que desarrollen la propuesta. Para aumentar la coordinación se pueden incorporar representantes de todos los actores al interior del equipo técnico, que realizan la ejecución de la propuesta.

En la Imagen No. VI.3.7.1 se muestran los factores anteriormente descritos.



Imagen No. VI.3.7.1 Factores críticos de éxito para propuesta de integración del sector informal. Fuente: GTZ

c) Identificación de actores involucrados

Los participantes directos que la propuesta considera, son los recuperadores urbanos, el municipio y el SIAP. Entre ellos se buscará un consenso sobre la



implementación de la propuesta. La responsabilidad continúa con el municipio, buscando un convenio con el grupo de recuperadores urbanos, en el cual se definirán las funciones, obligaciones, responsabilidades y derechos de cada uno. La función del SIAP sería la de facilitador, además puede entrar con una parte de financiamiento para las inversiones recomendadas.

Para la realización de la propuesta, es necesario integrar a gente con la capacitación y la conciencia política adecuada, es decir, tendrán que participar sociólogos, economistas, trabajadores sociales, etc. que conozcan la problemática y estén conscientes de la lucha diaria que se da en el municipio por cambiar el sistema hacia un mejoramiento del manejo integral de los residuos sólidos y de las condiciones de vida y de trabajo de los recuperadores urbanos.

Uno de los factores críticos de éxito que integra y debe sobrepasar la propuesta, es la participación, por lo que se considera un aspecto clave. Por esto, un peso no menor en el desarrollo de la propuesta recae en la comunidad y ONG's involucradas. En este caso, la propuesta sugiere trabajar sobre las capacidades ya existentes en los actores, facilitando su aporte y participación en el proyecto. Además, los actores que desarrollan esta propuesta deben considerar que nadie está en mejor posición de conocer los problemas ambientales de una comunidad, que los propios habitantes en cuestión.

Para mejorar el grado de aceptación y la efectividad del proyecto, deben aplicarse consecuentemente los procedimientos de análisis, control y colaboración activa de todos los grupos destinatarios, así como también una cooperación concreta con ONG's desde la planificación del proyecto hasta su implementación.

Con el propósito de asegurar el logro de los resultados, es necesario delimitar el desarrollo de la propuesta a un área geográfica específica, es decir, al comienzo, el sistema ideal descrito puede llevarse a cabo solamente en una región determinada (p.ej. en una colonia) dentro del municipio como proyecto piloto.

d) Modelo conceptual de la propuesta

El modelo diferencia entre el escenario interno y externo. Todos los cambios que conciernen directamente a los recuperadores urbanos, son considerados dentro del el escenario interno. El escenario externo se refiere a los cambios que involucran las autoridades del municipio, la comunidad y ONG's.



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**

En la Imagen No. VI.3.7.2 se señalan ambos escenarios, además de los componentes que los integran.

El modelo consta de cuatro fases, dentro de las cuales respectivamente se agrupan en dos categorías: La institucionalización y la operatividad. La institucionalización define la conformación y configuración de los actores mientras que la operatividad determina acciones concretas para instalar un nuevo sistema del manejo integral de los residuos sólidos.



SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

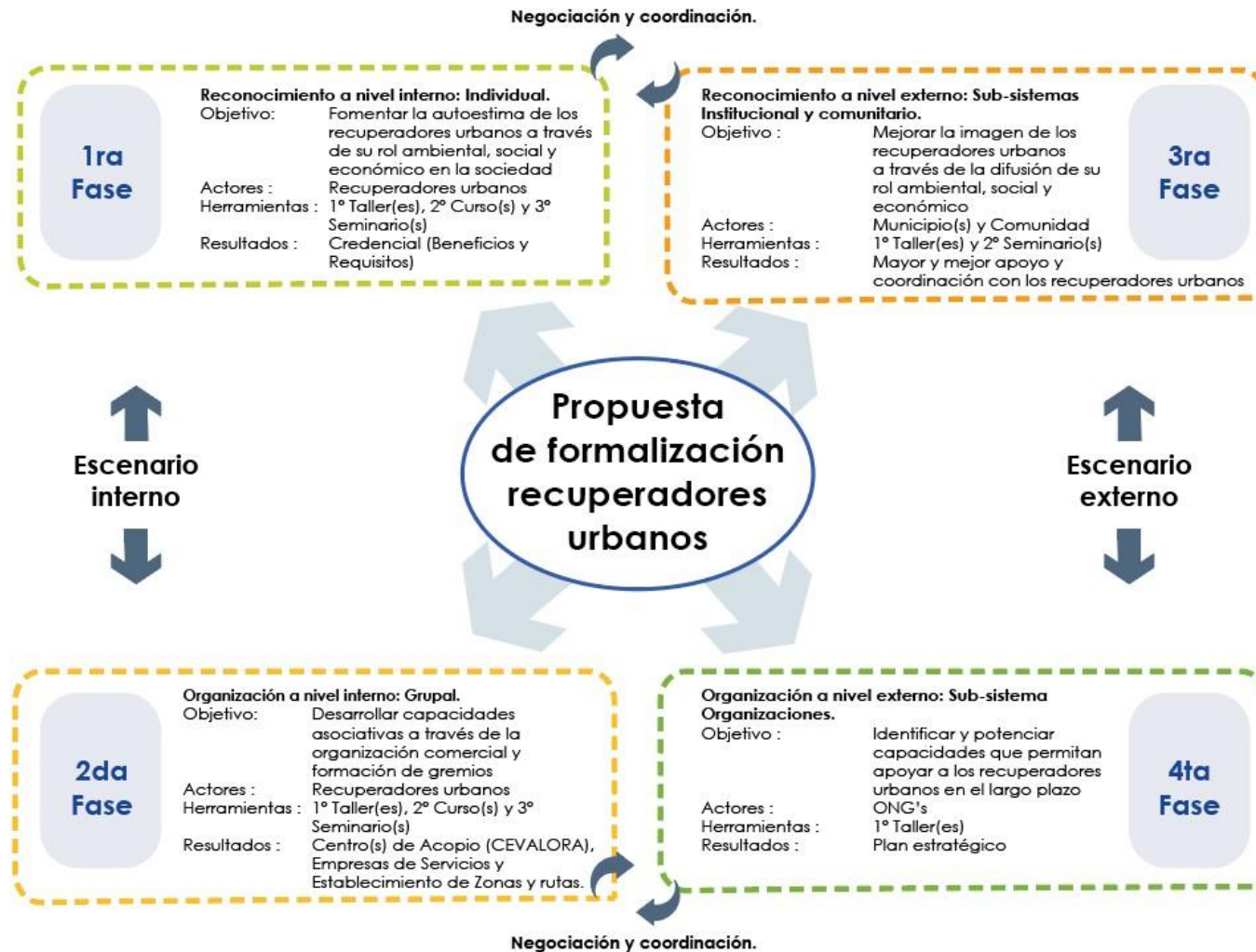


Imagen No. VI.3.7.2 Modelo conceptual de la propuesta de integración de los recuperadores urbanos del municipio. Fuente: GTZ



- **Fase 1: Reconocimiento a nivel interno**

La primera fase interviene lo menos posible en las estructuras actuales, solamente realiza modificaciones que permiten potenciar las capacidades existentes. Los recuperadores continúan con su trabajo de segregación, sin cambio del actual sistema.

La fase 1 tiene como objetivo el reconocimiento y la apreciación del trabajo de los recuperadores y la preparación de un proyecto piloto para la introducción del nuevo sistema del manejo integral de los residuos sólidos.

Institucionalización

- Reconocer a los recuperadores urbanos en el manejo de los RSM a través de su rol ambiental, social y económico en la sociedad, con ayuda de talleres, cursos y seminarios. Los temas de estas unidades de enseñanza tienen como objetivo principal la elevación de la autoestima de los recuperadores urbanos.

- Introducción de una credencial a los recuperadores urbanos que establece responsabilidades, sanciones y beneficios (p.ej. posibilidad de trabajar en centro de acopio (CEVALORA), etc.).

Operatividad

- Establecer convenios entre el Ayuntamiento, SIAP y los recuperadores, determinando la estructura de la organización, el procedimiento del trabajo, así como las sanciones. Estos convenios deben establecerse con ayuda de talleres para todos los actores.

- Puesta en marcha de una credencial que permita a todos aquellos recuperadores urbanos que la posean, pasar a la segunda fase. Esto implica que la segunda fase deberá ser un atractivo potencial para los participantes de ésta. En la medida en que los recuperadores urbanos observen un mayor compromiso de las autoridades para la ejecución de la propuesta, permitirá asegurar una mayor participación y compromiso en la primera etapa.

- Seleccionar una región determinada del municipio (colonia) para la realización del proyecto piloto.

- Iniciar una campaña para informar a los habitantes del municipio sobre el proyecto planificado (folletos explicativos: Objetivos y beneficios del proyecto,



mecánica para separar y almacenar la basura adecuadamente, además anuncios con un contenido informativo similar a los folletos).

- Desarrollar un taller que identifica las capacidades y el rol (positivo/negativo) de los recuperadores urbanos, discute problemas de los recuperadores urbanos con la comunidad, identifica dificultades con el municipio, elabora una agenda de trabajo, identifica necesidades de capacitación, asigna nuevos roles, elabora criterios consensados sobre la credencial, etc.
- Identificar trabajadores con capacidades para la administración y organización de un centro de acopio.
- Campaña de inscripción de los participantes de los recuperadores urbanos que quieran participar en el proyecto piloto.
- Capacitar al grupo de recuperadores urbanos que quiera participar en el proyecto piloto.
- Asignación de roles específicos para cada actor.
- Entrega de equipo (chaleco reflejante, guantes, zapatos, etc.) a los recuperadores urbanos para que puedan laborar en mejores condiciones, lo cual permita aumentar la motivación en todas las actividades que requieren de su participación y cooperación.

Resultados esperados

- Elaboración del documento que establece responsabilidades, sanciones y beneficios de los recuperadores urbanos.
- Capacitación de recuperadores urbanos en el manejo integral de los residuos sólidos.
- Definición de los roles para cada actor.
- Entrega de la credencial a los recuperadores participantes y dispuestos a respetar los acuerdos logrados con la autoridad.
- Asociación compuesta por los actores que administra el uso de la credencial.



- Preparación y planificación de la segunda etapa.

- **Fase 2: Organización y formalización a nivel interno**

La fase 2 tiene como objetivo la organización de los trabajadores del SI y el comienzo del proyecto piloto, a partir de los resultados obtenidos en la primera fase.

Institucionalización

- Capacitar a los recuperadores urbanos que posean la credencial entregada en la fase anterior y formación de gremios, con ayuda de talleres, cursos y seminarios. Un mecanismo de evaluación debe permitir la supervisión y el control de los compromisos de los trabajadores inscritos.
- Proponer un centro de acopio (CEVALORA), manejado por los propios segregadores urbanos (cooperativa).
- Identificar un lugar adecuado ambiental y económico para la instalación del centro de acopio (CEVALORA) a nivel piloto.

Operatividad

- Crear un centro de acopio bajo la organización del Ayuntamiento, SIAP, de iniciativas privadas, empresas paramunicipales o cooperativas para obtener una infraestructura mínima. Los subproductos que se encuentren en los centros de acopio serán vendidos a las industrias que los requieran.
- Realizar acuerdos para que cada industria sea la encargada de la transportación de los subproductos reciclables desde los centros de acopio hasta la industria.
- Estudio de mercado que permita establecer una estrategia comercial al centro de acopio.
- Inicio del proyecto piloto en la colonia o zona seleccionada del municipio.
- Brindar a los recuperadores urbanos la oportunidad de integrarse como trabajadores en el centro de acopio, es decir, continuación de la campaña de inscripción de los recuperadores urbanos que quieren participar en el proyecto.



- Dividir la comunidad en zonas, para que pueda funcionar una auto-organización de los trabajadores del manejo integral de los residuos sólidos que trabajan en estas zonas.
- El proyecto tiene que estar supervisado minuciosamente por el personal del SIAP.
- El municipio puede poner a disposición contenedores para los residuos no recuperables y los llevará posteriormente al sitio de disposición final municipal.

Resultados esperados

- Formulación del proyecto centro de acopio: Mecanismo de operación y administración, infraestructura, personal, clientes, estrategia comercial.
- Identificación de fuentes de financiamiento para las inversiones requeridas.
- Puesta en marcha del centro de acopio, bajo la administración de los propios recuperadores urbanos, a través de una cooperativa.

- **Fase 3: Reconocimiento a nivel externo**

En la fase 3 existen tres objetivos principales: El reconocimiento externo de los recuperadores urbanos en el manejo de los residuos sólidos a través de su rol ambiental, social y económico en la sociedad, el mejoramiento de la relación conjunta entre los recuperadores urbanos y el Ayuntamiento, SIAP, a través de la ayuda de talleres y seminarios, y la realización de una evaluación del proyecto piloto.

Institucionalización

- Mejorar la coordinación entre los recuperadores urbanos, el Ayuntamiento y SIAP.
- Mejorar el reconocimiento del trabajo de los recuperadores urbanos en la comunidad con ayuda de relaciones públicas y difusión de sus actividades.

Operatividad

- Evaluación del proyecto piloto: Una vez que se cumplan las dos primeras fases, se procede a realizar una evaluación general (monitoreo).



- Mejoramiento del proyecto piloto a partir del seguimiento y control antes mencionado. En la medida que los resultados y recursos lo justifiquen, se podrá proponer una extensión del programa a otras colonias o zonas del municipio.
- Capacitar a los participantes del Ayuntamiento y del SIAP en el manejo integral de los residuos sólidos con ayuda de cursos y seminarios.
- Control permanente de los convenios establecidos entre el Ayuntamiento, SIAP y los recuperadores urbanos con apoyo de la autoridad competente.

Resultados esperados

- Sensibilización del municipio con el rol de los recuperadores urbanos en el manejo integral de los residuos sólidos.
- Capacitación de las autoridades del Municipio, SIAP.
- Las autoridades municipales y la comunidad conocen las propuestas y los resultados de las fases anteriores.
- Sensibilización de la comunidad con el rol de los recuperadores urbanos en el manejo integral de los residuos sólidos.
- Roles asignados para cumplir los compromisos que exige el centro de acopio (CEVALORA).
- Comunidad comprometida con la separación de origen de los residuos, facilitando el manejo de los mismos.

• Fase 4: Organización y formalización a nivel externo

La fase 4 tiene como objetivo, la organización del sistema del manejo integral de los residuos sólidos a nivel macro y la extensión del proyecto piloto, en cooperación directa de alguna Organización No Gubernamental (ONG) como intermediaria y contraparte de las actividades.

Institucionalización



- Identificar y potenciar ONG's que permitan apoyar a los recuperadores urbanos en el largo plazo. Organizar talleres con estos ONG's para reunirlos con los recuperadores urbanos y para poder establecer un plan de apoyo.

Operatividad

- Extensión del proyecto a otras colonias y finalmente a todo el municipio, en la medida en que los resultados y los recursos lo permitan.
- Supervisión permanente del proyecto.

Resultados esperados

- Identificación y mejoramiento de capacidades de ONG's existentes.
- Existen mecanismos efectivos de coordinación entre la(s) ONG(s) y los recuperadores urbanos.
- Establecimiento de un programa de ayuda específico para los recuperadores urbanos.



VI.3.8. FORTALECIMIENTO DEL MARCO REGULATORIO Y NORMATIVO

Vacíos estratégicos en el marco regulatorio para el manejo integral de los residuos sólidos en el municipio de León De Los Aldama, Gto:

- Incluir los principios de la Economía Circular.
- Considerar la filosofía los Programas de Cero Basura (Perspectiva estratégica para la valorización de los residuos).
- Obligatoriedad para la segregación de los residuos donde se generan.
- Lineamientos para el manejo de los plásticos de un solo uso.
- Inclusión del sector informal.
- Retribución por prestación de los servicios.
- Creación de entidades independientes para la prestación de los Servicios de Aseo Urbano.
- Promoción y creación de infraestructura para incrementar la capacidad de reciclaje.
- Apertura para la recaudación municipal por la prestación de los servicios a los generadores de RME.
- Desarrollo de infraestructura para la valorización de los residuos.



VI.3.9. ORGANISMO OPERADOR

En la actualidad el manejo integral de los residuos sólidos en el país representa un gran reto para las administraciones municipales, las cuales en la mayoría de los casos se caracteriza por el creciente volumen de generación de residuos (kg/hab/día), la insuficiencia en la cobertura del servicio de recolección, la falta de infraestructura para su tratamiento, valorización y en lo que respecta a la operación, la falta de profesionalización por parte de los responsables de la prestación del servicio y de manera general la ausencia de un programa de gestión integral con visión a largo plazo, situación que en conjunto se ven marcados por la limitación de recursos financieros.

Otro aspecto que perturba la prestación del servicio, es la duración de dichas administraciones municipales, las cuales por lo general suelen ser de tan solo tres años, tiempo insuficiente para modificar las prácticas actuales presentes en la gestión de los residuos y para implementar mejoras en su manejo integral. Lo anterior provoca que la curva de aprendizaje dure muy poco tiempo y que cada tres años se esté reiniciando, dando lugar al trabajo basado en la improvisación y muchas veces sin profesionalización alguna; por lo que, conforme a lo establecido en las leyes en materia de las administraciones municipales, sin perder la rectoría del servicio, pueden organizarse para la creación de un Organismo Operador con personalidad jurídica, patrimonio y régimen jurídico propios.

En la ciudad de León de los Aldama, el Sistema Integral de Aseo Público (SIAP), es el organismo operador responsable de los servicios públicos de Limpia, Recolección, Traslado, Tratamiento, Disposición Final y Aprovechamiento de Residuos; de acuerdo a lo establecido en el Reglamento para la Constitución del Sistema Integral de Aseo Público de León Guanajuato. El SIAP está constituido bajo la figura de un organismo público descentralizado de la Administración Municipal, con personalidad jurídica y patrimonio propio. Sin embargo, incluso al estar bajo este concepto, es notoria la dependencia económica hacia el municipio, ya que depende directamente de la aprobación del proyecto anual de presupuesto de ingresos y de egresos que previamente elabore el consejo directivo del SIAP.

Dicha condición induce a trabajar en condiciones desfavorables que afectan directamente a la correcta administración y operación del sistema, algunas de las principales complicaciones que enfrenta el SIAP es para obtener recursos, siendo la implementación de tarifas a los usuarios por el servicio de recolección de residuos una de las principales causas, así como en la dependencia presupuestal



asignada por el municipio, lo cual impide dar cumplimiento total a las atribuciones correspondientes al SIAP y a sus programas y objetivos establecidos. Es importante mencionar que parte del patrimonio del SIAP está conformado por los subsidios y las aportaciones que anualmente le asigne el Ayuntamiento en el Presupuesto General de Egresos.

Como se indica en el Modelo Mexicano para la conformación de Organismos Operadores publicado por la SEMARNAT en diciembre de 2018, donde se señala que "La creación del Organismo Operador es compatible con otras figuras previstas por la ley" como la asociación público-privada (APP) y la concesión, como es el caso del Municipio de León, quien tiene concesionado la mayor parte de los servicios de aseo urbano, abre la posibilidad para que pueda cobrar dichos servicios a los usuarios, sean generadores de residuos sólidos urbanos o de manejo especial, con lo cual podría ser económicamente autosuficiente y no depender de la asignación presupuestal que le otorga la administración municipal.

De acuerdo al Modelo Mexicano para la conformación de Organismos Operadores, existen una serie de condiciones que permiten lograr exitosamente la conformación de un Organismo Operador, entre las que podemos destacar las siguientes:

- Previo a su consolidación como organismo autónomo con recursos propios, deberán celebrar convenios de asociación, y obtener las autorizaciones a las que haya lugar.
- Contar con autonomía económica y de gestión.
- Empleo de indicadores para identificar una línea base y la medición de objetivos.
- Visión integral y de largo plazo.
- Ser incluyentes para la participación de:
 - De la sociedad
 - Del Gobierno del Estado
 - Del congreso estatal
- Correcto análisis económico financiero (inversiones, costos del servicio y proyecciones financieras).
- Formulación e instrumentación de esquemas tarifarios para el cobro de los servicios.

Por otro lado, es importante mencionar que en el Programa Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (PNPGIR) se definió como una línea



de acción el “promover la creación y consolidación de Organismos Operadores encargados de la gestión de los residuos sólidos urbanos con el fin de fortalecer el esquema institucional y profesionalizar al sector y con ello contribuir a la GIRSU en México”.

Es necesario que se haga una revisión de los costos que demanda la prestación de los servicios, así como un estudio para determinar la capacidad de pago de los usuarios, para definir una estructura de tarifas diferenciales, aplicables al tipo del servicio y dependiendo del sector beneficiado.



VI.3.10. PROPUESTAS PARA PROMOVER LA PARTICIPACIÓN CIUDADANA BAJO EL ESQUEMA DE UNA SOCIEDAD RESPONSABLE

ESTRATEGIA DE DIFUSIÓN E IMPULSO A UNA CULTURA AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS.

I. ESTRATEGIAS PARA LA INTEGRACIÓN DE LA POBLACIÓN A UNA CULTURA AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS.

a). OBJETIVO.

LOGRAR LA PARTICIPACIÓN Y EL INVOLUCRAMIENTO DE LA POBLACIÓN CON LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS MEJORES TÉRMINOS DE SUSTENTABILIDAD Y COMPROMISO AMBIENTAL

b). LÍNEAS DIRECTRICES.

- PARTICIPACIÓN SOCIAL ACTIVA EN LA PLANIFICACIÓN Y EJECUCIÓN DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.
- DIFUSIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.
- INTEGRACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS, DENTRO DE LOS MODELOS EDUCATIVOS VIGENTES.
- PARTICIPACIÓN CIUDADANA RESPONSABLE, COMO UN MECANISMO DE CONTROL SOCIAL EN LA PRESTACIÓN DE LOS SERVICIOS DE ASEO.
- PROMOCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO SOBRE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS; A TRAVÉS DEL SISTEMA ESTATAL DE INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR.

Un elemento fundamental para lograr la gestión integral de residuos sólidos con un enfoque sustentable y de compromiso ambiental, es la participación social y la integración ciudadana, asumiendo su rol en dicho proceso; por lo que cualquier esfuerzo dirigido a tener una gestión eficiente, no es válida ni será efectiva, si no incorpora la participación de la población.



En este contexto, la participación de la sociedad civil se convierte en un pilar para el desarrollo de la Estrategia; se entiende que se requiere una participación responsable con conocimiento de los contenidos de la gestión, que coadyuve en el logro de metas como la reducción y el aprovechamiento de los residuos, además de participar en el control y desarrollo de los servicios de aseo urbano, a través de mecanismos de control social.

Asimismo, es necesario revisar y actualizar los programas de reforma educativa, para evaluar el alcance del componente ambiental y reforzar los contenidos dentro de la educación escolarizada.

Por otro lado, la investigación y el desarrollo tecnológico en materia de residuos sólidos, que se deberá fomentar a través del sistema estatal de centros de educación superior, contribuirá a crear una base tecnológica apropiada para el manejo de los residuos sólidos en el Municipio de León de los Aldama, pero cuidando de no quedar fuera del desarrollo tecnológico de punta, en todas las facetas relacionadas con el Ciclo del Manejo de los Residuos Sólidos.

c). ACCIONES ESTRATÉGICAS.

REALIZAR ACUERDOS CON LOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN SOCIAL PARA QUE PARTICIPEN EN LA DIFUSIÓN E INFORMACIÓN DE LOS CONTENIDOS DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es necesario incorporar a los medios de comunicación masiva como radio, televisión y prensa escrita, en la difusión e información de los contenidos de la gestión integral de residuos sólidos.

Por la diversidad y cantidad de audiencia de los mismos, se deberían realizar acuerdos con estos medios, tanto a nivel estatal como municipal, para lograr este objetivo. Dichos acuerdos, son necesarios debido a los altos costos de la utilización de estos medios, que no podrían ser cubiertos por las instituciones encargadas de la gestión de residuos.



PROPICIAR LA PARTICIPACIÓN DE LA SOCIEDAD CIVIL ORGANIZADA, EN LOS PROCESOS DE CONCIENTIZACIÓN Y EN EL SEGUIMIENTO A LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO

EL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO, al ser parte integrante de la planificación municipal, deben ser fiscalizados también por los mecanismos de control de carácter municipal, rol que puede ser atendido por Comités de Vigilancia Ciudadanos, con atribuciones para participar en la formulación de los programas y vigilar su cumplimiento.

Asimismo, estos comités al estar conformados por representantes de la sociedad civil, se constituirán en los aliados sociales por excelencia, para participar en los procesos de concientización y sensibilización de la sociedad en general.

DISEÑAR MECANISMOS DE INFORMACIÓN DE DIFUSIÓN SOBRE EL CONTENIDO DEL PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO Y EL MARCO REGULATORIO ASOCIADO AL MISMO

El contenido del PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO y el Marco Regulatorio derivado del mismo, debe ser del conocimiento de toda la ciudadanía, para lo cual los Gobiernos Municipales diseñaran los mecanismos necesarios para informar a toda la población, de tal forma que los ciudadanos puedan participar en su ejecución cumpliendo las disposiciones necesarias.

Esta labor será evaluada y reforzada periódicamente, a fin de conocer el impacto generado en la población y la efectividad de los materiales diseñados.

INTEGRAR A LAS ORGANIZACIONES NO GUBERNAMENTALES QUE TRABAJAN EN EL ÁREA DE DESARROLLO MUNICIPAL DE LA GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS



Considerando el importante papel que desempeñan las organizaciones no gubernamentales y asociaciones sociales que trabajan en áreas de desarrollo municipal, se propiciará su integración en la gestión de residuos sólidos, aprovechando sus mecanismos de participación social e influencia sobre la sociedad civil, en concordancia con las políticas y objetivos del PROGRAMA PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN, GUANAJUATO.

INSERTAR LOS CONCEPTOS DE REDUCCIÓN, MINIMIZACIÓN, RECICLAJE, REUTILIZACIÓN Y RESPONSABILIDAD CIUDADANA, EN LA EDUCACIÓN ESCOLARIZADA Y EN LA EDUCACIÓN NO-FORMAL

Los conceptos de reducción, minimización, reciclaje, reutilización y responsabilidad ciudadana, deben ser incorporados y desarrollados en los programas de inserción de los contenidos de la gestión integral de los residuos sólidos en la educación escolarizada y alternativa; de tal forma que estos conceptos se puedan traducir en actividades rutinarias para los niños, jóvenes y adultos que acceden a estos sistemas educativos.

PROMOVER EL COMPROMISO DE LA POBLACIÓN, COMO UNA OPORTUNIDAD PARA EL MEJORAMIENTO DE SU CALIDAD DE VIDA

El gobierno estatal en consonancia con los gobiernos municipales, dedicarán esfuerzos y los recursos que sean necesarios, para lograr el compromiso de la población en forma activa, responsable y permanente. Para esto, es necesario que la ciudadanía esté convencida de que su participación es fundamental para lograr mejorar su calidad de vida, considerando que las acciones que deben realizar como actores de la gestión, no se convertirán en una carga, ya que, con el tiempo, serán incorporados en su sistema de valores.



II. ESTRATEGIAS COMPLEMENTARIAS PARA EL DESARROLLO DE UNA CULTURA AMBIENTAL EN MATERIA DE RESIDUOS SÓLIDOS, APLICANDO EL CONCEPTO DE LA RACIONALIZACIÓN.

a). OBJETIVO.

INCENTIVAR Y PROMOVER LA RACIONALIZACIÓN Y LA REDUCCIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS Y DE MANEJO ESPECIAL

b). LÍNEAS DIRECTRICES.

- APLICACIÓN DE MECANISMOS PARA LA PREVENCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS EN LOS SECTORES PRODUCTIVOS Y DOMÉSTICOS.
- IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS DE RECICLAJE Y REUSO, PARA LOS RESIDUOS QUE TENGAN UN ALTO VALOR COMERCIAL Y QUE SEAN APTOS PARA TAL FIN, DESDE EL PUNTO DE VISTA AMBIENTAL Y ECONÓMICO.
- INSTRUMENTACIÓN DE SISTEMAS INTEGRALES DE APROVECHAMIENTO DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA PRESENTE EN LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

La racionalización de la generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para lograr reducir la cantidad de residuos sólidos que se generan, debe ser una prioridad, para poder enraizar entre la población una verdadera cultura ambiental, en pro del manejo sustentable de los residuos. Esta prioridad, también debe promoverse no solo con mecanismos de racionalización, sino también mediante la prevención de la generación, reúso, reciclaje y el tratamiento de los mismos, de tal forma que únicamente los residuales sin ningún tipo de utilidad



comercial inmediata, sean dispuestos a en los sitios de disposición final de residuos sólidos.

La introducción y promoción de sistemas de reciclaje y tratamiento de algunos componentes de los residuos sólidos, permitirá complementar los esfuerzos de minimización de los impactos ambientales, debido a que los mismos pueden integrarse a un proceso de producción, dando como resultado la transformación de estos residuos en artículos y productos útiles.

Los sistemas de reciclaje a promover, deben comprender actividades de separación en fuente, así como recolección, acopio, transformación física, transporte de los materiales a las industrias recicladoras y transformación en nuevos productos, distintos a los originales para su aprovechamiento.

Los sistemas de tratamiento de la fracción orgánica presente en los residuos sólidos, deben orientarse a aquellas corrientes de residuos, que no requieren un proceso de separación previa, por el costo que esto implica. Por lo mismo, podrían tener cabida tanto para el aprovechamiento de los residuos orgánicos generados en localidades de hasta 10,000 habitantes, como para los residuos generados en mercados, rastros, centrales de abasto y tianguis de los grandes centros urbanos.

Estos procesos, comprenden diferentes opciones aerobias y anaerobias, para el aprovechamiento de un producto, que puede ser utilizado como mejorador del suelo, considerando su comercialización y uso posterior, tanto para el mejoramiento urbano (parques y jardines), como para el aprovechamiento agrícola.

La reducción de la cantidad de residuos sólidos generada, evitará que materiales que no son degradables, lleguen a estas instalaciones, lo cual redundará en un incremento de su vida útil, de forma tal que estos puedan ser utilizados por más tiempo, con menos posibilidad de impactar el ambiente.

c). ACCIONES ESTRATÉGICAS.

PREVENIR LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR MEDIO DEL DISEÑO DE INSTRUMENTOS QUE DESINCENTIVEN EL USO Y CONSUMO DE ENVASES.



La prevención de la generación de los residuos, es un elemento novedoso en las políticas que se han venido promoviendo de un tiempo a la fecha, para el control de los residuos sólidos; por lo que no existe un conocimiento pleno y único de cómo instrumentarla. No obstante, es un tema fundamental para detener la cultura del dispendio y del desperdicio que ha prevalecido en nuestro país desde siempre.

Debe enfocarse hacia la reducción de la cantidad de residuos producidos, con énfasis en la prevención de la generación de residuos, cuyo reúso o reciclaje presente características técnicas complejas que dificulten un manejo ambientalmente amigable o impliquen elevados costos para su manejo y/o aprovechamiento, por lo que se deben instrumentarse mecanismos que desincentiven a los productores, a emplear envases que no puedan ser reusados o reciclados por la población; así como a los consumidores, a adquirir estos productos.

FOMENTAR LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA, QUE INCLUYAN MEJORES PRÁCTICAS OPERACIONALES

Las experiencias con los procesos de “producción más limpia” para el sector productivo, se presentan como la mejor alternativa para prevenir la generación de residuos tanto en cantidad como en niveles de sofisticación, por lo que los esfuerzos se dirigirán en este sentido, con el fin de que el sector productivo integre estos procesos en sus sistemas de producción, en forma gradual pero sostenida.

PROMOVER LA CREACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN, QUE TOMA EN CUENTA A TODOS LOS ACTORES PÚBLICOS Y PRIVADOS VINCULADOS CON EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN TODAS SUS FACETAS; QUE INCLUYA UNA BOLSA DE EMPRESAS DE SERVICIOS, ASÍ COMO AL SECTOR PRODUCTIVO.

Debe promoverse la creación de un sistema de información sobre la gestión de los residuos sólidos en el municipio, que incluya particularmente, información estadística de cantidades, composición y destino de los residuos generados.



Esta actividad debe ser encarada en forma sostenida y periódica por el gobierno municipal y también por los organismos sectoriales; a fin de disponer de esta herramienta que es fundamental para la planificación y priorización del sector de los residuos sólidos.

IMPLEMENTAR LOS SISTEMAS DE RECICLAJE DE MANERA GRADUAL, EN LOS CENTROS URBANOS, PARA AQUELLAS CORRIENTES DE RESIDUOS CON ALTO VALOR COMERCIAL.

Los sistemas de reciclaje se instrumentarán, de tal forma que sean sostenibles en cuanto al volumen, calidad y valor comercial de los residuos reciclables, así como en la existencia de mercados reales y tangibles para los productos recuperados. Estas condiciones, sin duda es posible lograrlas solo en los grandes centros urbanos, por lo que estos sistemas se deberían implementar en localidades en donde se hayan desarrollado algunas industrias que se dediquen al reciclaje de plástico, vidrio, cartón, papel y metal, pero que necesitan establecer sistemas de reciclaje que comprendan métodos de recolección, procesos de transformación y mercadeo de productos reciclados.

En las localidades medias y pequeñas, se podrán establecer centros de acopio para residuos reciclables, que luego serían transportados a las ciudades donde están establecidas las industrias recicladoras, evaluando previamente la factibilidad económica de esta actividad.

CONSIDERAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES DE LOS PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS RECICLABLES.

Uno de los sustentos básicos de la actividad del material reciclable, se refiere a los beneficios ambientales inherentes a su empleo. En este contexto, deben ser ambientalmente amigables de tal forma que no se promuevan los impactos ambientales negativos significativos, por la disposición final de estos residuos sin transformación alguna.



ESTABLECER ACUERDOS Y RESPONSABILIDADES PARA LOS PRODUCTORES Y/O IMPORTADORES DE PRODUCTOS QUE CONTENGAN ENVASES DE MATERIALES RECICLABLES.

Los productores y/o importadores de productos envasados, están llamados a jugar un rol más activo en la implementación de los sistemas de reciclaje establecidos en las ciudades, facilitando el reciclaje de los mismos a través del apoyo en la etapa de recolección o estableciendo centros de acopio, para los residuos generados por el consumo de sus productos.

Este mecanismo, debe apoyarse mediante un marco legal concertado, donde se definirán los derechos y obligaciones de los generadores y usuarios de los servicios.

CONSIDERAR EL TRATAMIENTO DE LA FRACCIÓN ORGÁNICA COMO LA MEJOR ALTERNATIVA FRENTE A LA DISPOSICIÓN FINAL DIRECTA EN LA CIUDADES PEQUEÑAS

El tratamiento de la fracción orgánica presente en los residuos sólidos, se presenta como la mejor alternativa para ciudades menores, en la reducción de residuos a ser dispuestos en rellenos sanitarios, debido a que estas presentan características ventajosas como: porcentajes elevados de materia orgánica en la composición de sus residuos y existencia de áreas agrícolas cercanas donde puede ser utilizado el producto terminado, como mejorador de suelo o como alimento de animales domésticos.

En general, este tratamiento no implicará la utilización de tecnologías sofisticadas, más bien promoverá la utilización de métodos artesanales, no convencionales y de fácil manejo.

INCORPORACIÓN EN LOS SISTEMAS DE RECICLAJE Y REUSO EN CIERTOS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL, QUE SEAN AMBIENTAL Y TÉCNICAMENTE ACCESIBLES.



En la categoría de "RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL", se encuentran los vehículos, electrodomésticos y neumáticos desechados, animales muertos, escombros, restos de los frigoríficos mataderos, lodos de diferentes características, etc.

Algunos de estos residuos, como vehículos, electrodomésticos desechados, neumáticos y escombros, se pueden integrar al sistema de reciclaje. Sin embargo, actualmente no existen iniciativas ni infraestructura para incorporarlos gradualmente al sistema de reciclaje; por lo que es necesario diseñar un sistema de reciclaje para este tipo de residuos, lo cual podrá realizarse inicialmente en centros urbanos, por sus características y por las cantidades producidas.

Tomando como base lo antes mencionado a continuación, se presenta una propuesta para promover la participación ciudadana bajo el esquema de una sociedad responsable.

Introducción

El elevado incremento en la generación de residuos sólidos en nuestra sociedad representa un problema social, ambiental, económico y de salud, y es provocado principalmente por la falta de responsabilidad hacia los residuos que generamos. En la actualidad la población crece a un determinado ritmo, pero su generación de residuos lo hace a un ritmo mayor.

La cultura de usar y desechar, así como el excesivo uso de envases y embalajes de los productos de consumo, ha provocado que el problema de los residuos nos esté rebasando a gran escala.

Es ahora cuando las administraciones empiezan a comprobar que esta evolución no es sostenible, y por tanto es necesario cambiar el modo de actuar, tanto de los ciudadanos, como de los sistemas de gestión.

La campaña "Razona, racional, reduce, reutiliza y recicla (R5)" (Ver Anexo: Material didáctico) busca sensibilizar a la sociedad de la problemática vinculada con el consumo poco responsable y en consecuencia a la producción desmesurada de residuos.

Queremos priorizar la prevención como primera forma de gestión, convenciendo al ciudadano de la responsabilidad que adquiere al consumir productos y la producción de residuos que esto genera.



Objetivo general

Disminuir los índices de generación de basura por habitante en el municipio de León, por medio del razonamiento de compra y separación en la fuente de generación, representando significativamente una mejora en los hábitos de consumo y comportamiento.

Objetivos específicos

- Posicionar los conceptos de compra razonada, separación de basura, y reducción de residuos.
- Concientizar a la población sobre el destino de sus desechos sólidos, para evitar el fenómeno "lo que no se ve, no existe".
- Informar a los ciudadanos sobre las alternativas de aprovechamiento personal y comunitario de los desechos sólidos.
- Motivar la creación de cadenas de valor alrededor de los residuos sólidos, como lo es la vinculación con ONG's que aprovechan el material con fines altruistas.
- Concientizar a la ciudadanía de la relación que existe entre la generación de basura y el cambio climático.

Público objetivo

- Segmento juvenil:

Adolescentes y jóvenes entre 12 y 25 años del municipio de León con acceso a internet o radio.

- Acorde con el lema de campaña "Razona, reacciona, reduce, reutiliza y recicla (R5)" se crearán cápsulas didácticas en video en donde jóvenes líderes de opinión hablarán de usos productivos que puede dársele a los residuos, así como la importancia de la separación.
- Se planea un festival musical donde los jóvenes entreguen material de desecho con valor comercial para poder asistir.
- Se crearán cápsulas informativas a transmitirse en las estaciones juveniles y en redes sociales.

Estrategias

La campaña operará bajo el lema "Razona, reacciona, reduce, reutiliza y recicla (R5)" y se acompañará con la frase "León necesita de ti".



El lema responde a la aliteración, figura retórica del lenguaje que permite la recordación de mensajes por medio de la repetición de sonidos semejantes. La frase de acompañamiento es un llamado a la acción.

VI.4. VISIÓN ESTRATÉGICA, OBJETIVOS Y POLÍTICAS PARA EL FORTALECIMIENTO Y DESARROLLO DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

La adopción de un conjunto de políticas para el control de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, que reconozca la importancia de hacer coincidir a todos los sectores involucrados con el manejo de estos materiales, permitirá dar cumplimiento a lo establecido en la Agenda 21 respecto a los residuos objeto de estos planteamientos, además de que servirá para tornar una realidad caracterizada por vicios, problemas y debilidades, en una situación libre de tales manifestaciones y congruente con los objetivos plasmados en el Plan Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El desarrollo e instrumentación de dichas políticas, permitirá atender las particularidades del Plan Nacional para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, cuya misión es: "Contribuir a la conservación y recuperación de los recursos naturales y la minimización de los impactos y riesgos a la salud y al medio ambiente, a través de la prevención y gestión integral de los residuos, mediante esquemas de responsabilidad compartida de los diferentes actores de la sociedad, colaborando así al desarrollo sustentable de la nación".

Por todo lo anterior, el manejo sustentable de los residuos sólidos se constituye en un eslabón de la cadena de acciones y compromisos concretos, para mejorar la calidad de vida de la población en general, resguardar su salud, prevenir la contaminación ambiental y preservar la biodiversidad del planeta. En ese sentido, las perspectivas de modernización de la gestión relativa al manejo de los residuos sólidos en el Municipio de León, debe tener como base el fortalecimiento de este sector en todas sus instancias y procedimientos, así como el involucramiento de la comunidad, sin olvidar la participación responsable y comprometida del sector privado; bajo una nueva perspectiva donde se reconozca el potencial de desarrollo profesional que dicho sector ofrece actualmente.

Esta visión, debe ser la razón y la imagen objetivo para lograr la modernización y el crecimiento del Sector de los Residuos Sólidos en el Municipio de León; primero, para que sobre esa base se inicie un proceso que permita llegar a una Gestión Integral de los Residuos Sólidos con características propias, que considere las



particularidades, posibilidades y limitaciones que tiene León; a las que deberían sumarse los avances y experiencias positivas que ya se han logrado.

Para ello, es fundamental reconocer la intersectorialidad que conlleva el manejo de los residuos sólidos, visión que hasta la fecha ha estado ausente de las políticas que a nivel federal se han pretendido instrumentar para lograr un buen manejo de los residuos sólidos. Siempre han prevalecido las posiciones y enfoques particulares, por lo que es posible asegurar que las responsabilidades ligadas con tan importante sector, nunca han sido atendidas con un enfoque integral y en forma continua, además de carecer de la coordinación institucional que demanda el sector.

En ese sentido, cuando el tema ha sido abordado desde la trinchera del sector de la salud, se le ha dado siempre un enfoque asistencialista y de carácter social, así como de saneamiento básico, quedando relegado el entorno ambiental, además de minimizar el desarrollo y sustento gerencial, económico y administrativo del servicio.

Cuando se le ha visto como un asunto de carácter ambiental, el resto de los componentes se han relegado ante la contundencia de la temática ambientalista, aplicando normas y procedimientos con una fuerte cuota conservacionista, sin analizar el impacto regulatorio y el costo de su cumplimiento; no habiendo forma de atenderlos por lo que se desatiende su cumplimiento y se promueve la proliferación de tiraderos de basura, los cuales vienen asociados con la marginación social, cultural y laboral de la pepena; esquemas que sin duda, hacen ver a la tan ansiada sustentabilidad, solo como una pálida propuesta.

Así también, cuando el enfoque ha sido el de privilegiar los aspectos institucionales y administrativos relativos a la prestación de los servicios, el tema se ha convertido en un mero y frío asunto de trámites, autorizaciones, cifras, coberturas, eficiencias de cumplimiento y procedimientos administrativos; donde difícilmente tiene cabida la variable ambiental y los aspectos relativos a la salud y al desarrollo de la comunidad.

En ese contexto, es importante señalar que, en nuestro país, los gobiernos estatales vía sus entidades ambientales, tradicionalmente han cumplido un papel regulatorio y de fiscalización, en cuanto a la autorización de infraestructura y de iniciativas orientadas al control de los llamados residuos sólidos urbanos. Han sido pocas las ocasiones en que se han alejado de este rol, cumpliendo funciones más propositivas como es la promoción de infraestructura y la ejecución de



inversiones; por lo que su actuación institucional en el sector, podría calificarse como sumamente discreta.

Al respecto, su objetivo primordial como cabeza del sector en cuestión, debe ser el de “promover el mejoramiento de la calidad de vida de la población, a través de servicios de aseo urbano eficientes, económicamente sostenibles y ambientalmente sustentables; vía la promoción e instrumentación de políticas y acciones destinadas al control de los residuos sólidos”; objetivo que sin duda fortalecerá su accionar como la autoridad estatal en la gestión de los residuos sólidos.

En ese sentido, la gestión integral de residuos sólidos surge como agente de cambio para la integración de las diferentes instancias involucradas con este sector, en aras de lograr la intersectorialidad que actualmente demanda su desarrollo; lo cual dará una mejor plataforma funcional para revertir las externalidades negativas derivadas del mal manejo de los residuos, resultado principalmente de una falta de coordinación entre los distintos sectores sociales (público y privado) así como de un déficit en materia técnica y organizacional.

Por tanto, la gestión integral de los residuos sólidos puede ser definida como el conjunto de acciones relativas a su manejo, de forma tal que armonice con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la participación ciudadana y de ciertas consideraciones ambientales. Además debe incluir a todas las funciones administrativas, financieras, de organización y planificación, legales y de ingeniería, involucradas en las soluciones de los problemas asociados con el manejo de los residuos sólidos, las cuales por lo regular implican relaciones interdisciplinarias complejas entre campos como la ciencia política, el urbanismo, la planificación regional, la geografía, la economía, la salud pública, la sociología, la demografía, las comunicaciones, la conservación del ambiente, así como la ingeniería en sus diversas disciplinas.

Con este propósito, se requiere una definición y separación clara de las funciones que deben ejercer los distintos organismos involucrados en el sector, para la organización institucional del mismo, con lo que se evitará la superposición, evasión o vacío de competencias. Para lograr este enfoque interdisciplinario, es necesario sectorizar al manejo de los residuos sólidos, identificando las áreas temáticas más importantes para precisar sus atributos, debilidades y principales elementos que las caracterizan, con el fin de establecer los objetivos, políticas y acciones a desarrollar que permitan su evolución individualmente y en conjunto. Como resultado de tal análisis, las principales áreas temáticas que fueron



identificadas para evaluar de integralmente el Sector de los Residuos Sólidos del Municipio de León, fueron estas:

1. SECTOR INFORMAL Y EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS.
2. ASPECTOS ECONÓMICOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y PLÁSTICOS DE UN SOLO USO.
3. MARCO LEGAL.
4. ADMINISTRACIÓN OPERATIVA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS.
5. ADMINISTRACIÓN Y GERENCIAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ASEO PÚBLICO.

VI.4.1. DEFINICIÓN DEL MARCO DE REFERENCIA.

Según los especialistas, una política pública debe entenderse y definirse como "La intervención del Estado o de la Autoridad Competente, para atender y resolver un problema de interés público, a partir de sus propias causas u orígenes". Esta concepción de lo que debe ser una política pública, tendrá más arraigo y aceptación, en la medida que pueda darse la participación de los sectores de la sociedad involucrados en el tema.

Con base en esta consideración y con el fin de lograr una amplia participación de la comuna leonesa, particularmente de quienes integran el Sector de los Residuos del Municipio de León; se organizaron dos Talleres o Foros de Consulta, para estructurar la visión estratégica y definir los objetivos y políticas que requiere la gestión del manejo de los residuos sólidos, que detone su modernización, crecimiento y desarrollo. Para realizar este ejercicio de reflexión y evaluación, se tomó base de análisis el marco conceptual sobre el cual descansan los principales problemas de la actual gestión de los residuos sólidos en el Municipio de León, el cual quedó definido con las 5 áreas temáticas de mayor importancia, consignadas previamente.

Ambos talleres, fueron dirigidos por el Ing. José Roberto Centeno Valadez titular del Sistema Integral de Aseo Público y por la Ing. María Teresa Rodríguez González, Directora de Planeación y Política Ambiental de la Dirección General de Medio Ambiente; registrándose la participación de representantes del sector académico y de investigación, de consultores privados y empresas de servicios, de la iniciativa privada, de presidentes municipales, de servidores públicos y empleados del gobierno del Municipio de León, y de representantes de instituciones del Gobierno Estatal. Las fechas en que se llevaron a cabo estos talleres, fueron las siguientes:



1. 1er. Taller de Consulta. 8 de noviembre del 2019.
2. 2do. Taller de Consulta. 10 de diciembre del 2019.

Para los talleres, las actividades iniciaron con la inauguración concebida, para continuar con una presentación por parte del M.I.A Jorge Sánchez Gómez Gerente General de SICA, quien mostró los avances del **PMPGIRSMLA**, para seguir con la integración de las mesas de consulta y continuar con la discusión y el análisis esperado, hasta tener las propuestas de cada una de ellas, que después fueron presentadas por el moderador de los talleres, Mtro. M.A. Adolfo Israel Lomelí García, para culminar con la clausura correspondiente por parte del Ing. José Roberto Centeno Valadez titular del Sistema Integral de Aseo Público.

A continuación, se hizo un análisis situacional para identificar las interacciones entre las diferentes propuestas y las áreas temáticas, buscando precisar las incidencias de las acciones sobre aquellas, con el fin de identificar las acciones prioritarias, que serían las propuestas con incidencia en todas las áreas temáticas.

Al final del debate y una vez conciliadas las propuestas de cada mesa, se realizó la presentación de sus propuestas y conclusiones, de acuerdo al tema tratado en cada una de ellas.

La logística empleada para el desarrollo del 2do taller, consistió en la organización de 5 mesas de trabajo, una por cada una de las áreas temáticas consideradas, designando a un coordinador con un secretario para cada mesa, buscando darle fluidez y método a la discusión, así como para conciliar las posiciones de los participantes de las mesas, filtrar las propuestas inviables y fortalecer las propuestas acertadas o con posibilidades de ser tomadas en cuenta. En la medida de lo posible los coordinadores fueron seleccionados, buscando que tuvieran cierto conocimiento sobre el tema de la mesa por coordinar. Los participantes de los talleres al momento de registrarse, eligieron la mesa a integrarse, de acuerdo con su interés particular en alguno de los temas propuestos.

VI.4.1.1. TALLER DE CONSULTA No. 1.

Como asuntos resaltables propios de este Taller, es importante consignar que hubo coincidencia de propuestas en más de una mesa; señalándose como temas prioritarios, la capacitación del sector de los residuos, la profesionalización de los cuadros técnicos, la promoción de la participación ciudadana, el fomento



del reciclaje y la utilización de los Planes de Manejo, como herramienta para reducir y valorizar los residuos sólidos.

El Taller de Consulta No. 1 tuvo un total de 55 asistentes distribuidos en dos sesiones, contándose con la presencia de los sectores que se precisan en el siguiente listado:

1. Consultores
2. Funcionarios Municipales
3. Empresas de Servicios
4. Representantes Académicos
5. Dependencias Estatales
6. Organizaciones No Gubernamentales

A continuación, con el fin de documentar este evento, se presentan algunas imágenes fotográficas del 1er. Taller de Consulta.



Imagen No.VI.4.1.1.1 Inauguración del taller de consulta, realizada por por parte del Ing. José Roberto Centeno Valadez titular del Sistema Integral de Aseo Público de León. (SIAP).



*Imagen No.VI.4.1.1.2 Exposición del tema, avances del **PMPGIRSMLA** por parte del M.I.A Jorge Sánchez Gómez Gerente General de SICA.*

VI.4.1.2. TALLER DE CONSULTA No. 2.

El taller de consulta No. 2, se estructuró de acuerdo a las siguientes mesas de trabajo:

MESA	TEMA
1	SECTOR INFORMAL Y EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS.
2	ASPECTOS ECONÓMICOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y PLÁSTICOS DE UN SOLO USO.
3	MARCO LEGAL.
4	ADMINISTRACIÓN OPERATIVA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS.
5	ADMINISTRACIÓN Y GERENCIAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ASEO PÚBLICO.



En total se registraron un total de 52 propuestas, siendo la Mesa No. 1 la que de manera individual aportó el mayor No. de ellas, como se observa en la tabla siguiente:

Tabla No. VI.4.1.2.1 *Propuestas del 2° taller de consulta*

MESAS	No. DE PROPUESTAS	%
1	25	48.08
2	11	21.15
3	3	5.77
4	8	15.38
5	5	9.62
TOTAL	52	100

El Taller de Consulta No. 2 tuvo un total de 110 asistentes, contándose con la presencia de varios sectores vinculados con el manejo de los residuos sólidos, según se muestra en la siguiente tabla:

Tabla No. VI.4.1.2.2 *Relación de asistentes del 2° taller de consulta*

SECTOR REPRESENTADO	NÚMERO DE ASISTENTES	%
Consultores	4	3.64
Funcionarios Municipales	41	37.27
Empresas de Servicios	38	34.55
Representantes Académicos	18	16.36
Dependencias Estatales	0	0.00
Dependencias Federales	0	0.00
Organizaciones No Gubernamentales	9	8.18
TOTAL	110	100

Una vez que en gabinete se les dio forma y estructura a las propuestas del Taller No. 1, eliminando redundancias y mejorando la redacción; en el Taller No. 2, se tomaron como base para la discusión en las mesas de debate, buscando precisar su contenido y sometiéndolas a un proceso de análisis para corroborar su importancia, además de verificar su prioridad con respecto al resto. De este



análisis, se eliminaron varias de las propuestas originales, surgieron algunas otras, además de clarificar y fortalecer las que se mantuvieron. Incluso, se puede decir que este taller dio pauta para hacer una revisión de las propuestas presentadas en el Taller No. 1, con el fin de eliminar aquellas que no tuvieran una base conceptual clara, precisa y necesaria para mejorar el manejo de los residuos en el Municipio de León.

En las siguientes tablas, se exponen las propuestas presentadas por cada mesa de debate:

MESA NO. 1. SECTOR INFORMAL Y EDUCACIÓN AMBIENTAL SOBRE RESIDUOS.

- Incorporar temas del modelo educativo a todos los niveles de educación.
- Revisar el Artículo 3º constitucional, nueva reforma educativa y corroborar que este articulado con la normativa vigente en materia de residuos sólidos.
- Trabajar sobre la brecha que existe entre lo documentado (instrumentos como el programa de educación ambiental 2003, el plan de educación ambiental para Guanajuato, México, 2005., Estrategias de México sustentable del Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) para la educación, la ciencia y la cultura del 2006 y lo publicado por la Secretaria de Educación Estatal desde 1999 a la fecha y la realidad (aplicación actual) en materia de educación ambiental sobre residuos en las escuelas.
- Corresponsabilidad y compromiso de cada elemento de las comunidades educativas sobre el tema de educación, que la responsabilidad no caiga en unos pocos y que entre todos les den continuidad a las buenas iniciativas y proyectos sobre el manejo adecuado de residuos sólidos en las instituciones.
- Mayor difusión sobre conocimientos en materia de residuos sólidos para la población leonesa.
- Capacitar a los directivos, docentes, personal de limpieza, mantenimiento, padres de familia y alumnado que conforman las comunidades educativas al igual que sus comunidades vecinales (colonias aledañas), sobre concientización desde el origen, manejo, aprovechamiento hasta la disposición final de residuos sólidos, porque muchas veces el material informativo sobre residuos existe (como en los libros de texto gratuito, en los planes educativos) y están disponible, pero no se sabe interpretar, transmitir y/o aplicar. Se necesita orientación profesional, como los talleres que tiene Gestiona Ambiental y los que antes ofrecía el SIAP, o campañas de empresas privadas, sin embargo, suele ser muy poco personal el que atiende y de manera temporal, pues la población los sobrepasa en cantidad.



- Incorporar y capacitar (por parte del SIAP y la DGGa) a los jóvenes emprendedores de los colectivos, las cooperativas, asociaciones y/u otros grupos de voluntarios ciudadanos interesados en ser replicadores de concientización ambiental en materia de residuos para las comunidades educativas y la población para las comunidades educativas y la población leonesa en general.
- Estandarizar u homologar la información que se brinda a la ciudadanía, con el fin de cumplir las metas municipales sobre residuos sólidos, para que las personas estén conscientes de consumo de productos responsables y generación de sus residuos, al igual que su manejo y sus diversas disposiciones finales o de aprovechamiento (economía circular).
- Estandarizar la separación de residuos sólidos para el municipio, propuesta: residuos orgánicos (en verde), residuos aprovechables (azul) y residuos no útiles o no aprovechables (gris).
- Revisar, considerar y de ser posible buscar la transversalidad de los instrumentos de planeación municipal, estatal y federal sobre educación y comunicación del tema de residuos sólidos, como normatividades, lineamientos etc.
- Buscar estrategias para que los proyectos sobre manejo y aprovechamiento de residuos sólidos no queden en buenas ideas que no se aplican, o duran muy poco, generan sinergias fuertes que permitan mantener y prosperar en estos proyectos, apoyar a la ciudadanía con la interacción de los colectivos y el gobierno.
- Tomar medidas estrictas, pero siempre en primera instancia orientar e informar a quien no cumpla con lo estipulado en el ciudadano de nuestra ciudad sobre el manejo y disposición de residuos, ejemplo hacer que los tianguistas dejen sus espacios completamente limpios después de que los emplearon, en caso de no hacerlo que sea sancionados.
- Retornar y aprovechar programas, acciones o buenas prácticas que la gente leonesa tiene permeadas y/o adoptadas, como "la basura que no es basura" y también apostar y fusionar con nuevas propuestas y modelos que se pueden adaptar a la ciudad como basura cero, del CRIM-UNAM (centro regional de investigaciones multidisciplinarias-UNAM).
- Formar una estructura curricular y sistémica sobre manejo de residuos sólidos, para preparar y especializar a los propios elementos municipales (algunos no saben y otros requieren o quieren actualización, ejemplo hay abogados que no saben sobre la aplicación, tema técnicos y ambientales de residuos sólidos, e ingenieros ambientales o especialistas técnicos que no saben a profundidad sobre legislación ambiental en materia de residuos, o quienes tienen cargos de decisión y desconocen por completo marcos jurídicos, operatividad, temas técnicos, administrativos, sociales y ambientales



sobre residuos) al igual que a los colectivos, directivos, docentes y ciudadanos interesados que deseen participar, pues son claves en la articulación social como entes informativos, orientadores y capacitaciones para el resto de la población leonesa sobre el tema de residuos.

- Se requiere trabajar y estipular indicadores para cuantificar, conocer, medir y comparar los avances de educación ambiental en materia de residuos sólidos para todos los instrumentos, materiales didácticos, programas y proyectos etc., aplicados o por aplicar del municipio de León.
- Firmar alianzas estratégicas de corresponsabilidad social, invitando a la conciencia y socialización.
- Apoyo visual como material didáctico e informativo para quien no sabe leer (recuperadores, tianguistas y ciudadanía en general) y facilitar el permeado de información y cumplir los objetivos en materia de residuos sólidos.
- Incorporar a fiscalización (y quizá a los colectivos) que trabaja con los tianguis, como agentes informativos y orientadores en materia de residuos, que no solo cobren el derecho de piso, si no que tengan esta otra misión puntual, pues ellos tienen el contacto directo con tianguistas. Por lo tanto, se propone formar una alianza o trabajo transversal entre fiscalización y aseo público de León.
- Concientizar en materia de residuos con autoridad a la ciudadanía, ya no con tanta condescendencia.
- Reconocer al sector informal (las y los recuperadores y tianguistas), si no lo hacen las leyes federales, estatales o municipales, hacerlo como sociedad y en lineamientos municipales.
- Aumentar la difusión y acceso de información en la ciudadanía para la formalización de las personas que recuperan materiales valorizables, es decir los recuperadores en la red de recuperadores urbanos que tiene el SIAP.
- Dignificar la labor de los recuperadores, generar conciencia ciudadana.
- Transversalidad con la sociedad leonesa con entes gubernamentales como el de seguridad, gestión ambiental y otros entes no gubernamentales como los colectivos, sobre el trabajo de los recuperadores en la red de recuperadores urbanos del SIAP, para que todos se sumen y apoyen en el crecimiento y fortalecimiento de esta iniciativa.
- Se requiere tener indicadores para diagnosticar la situación y el manejo de residuos sólidos que realizan los recuperadores para tomar decisiones y generar estrategias de



integración social, generar equipos de trabajo en la planeación, gestión y aplicación de estas estrategias, que permitan sumar los esfuerzos de los recuperadores con lo que hace el municipio de León en el tema de residuos sólidos.

- Campañas fuertes de dejar limpio los sitios de los tianguis.

MESA NO. 2. ASPECTOS ECONÓMICOS EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS Y PLÁSTICOS DE UN SOLO USO.

- Contar con una separación de origen, ayudaría a minimizar los costos operacionales.
- Mejorar la educación ambiental.
- Generar campaña intensiva de concientización.
- Sumar en campañas a escuelas a la asociación educativa del bajío.
- Prohibición del plástico no es la solución, si no darle el uso y manejo adecuado para su reutilización (grupo industriales del plástico).
- Modernizar los procesos y el destino de los plásticos en conjunto con las autoridades.
- Aplicar ingenierías en los procesos para eficientizar.
- Incluir el sector automotriz
- No mal informal a la población redirigir las campañas.
- Unión de diversos actores para crear estrategias.
- Necesidad de cobro por recolección para solventar el recurso invertido en recolección y disposición de residuos.

MESA NO. 3. MARCO LEGAL.

- Reglamentar al sector informal de los recuperadores urbanos.
- Armonización de las leyes federales, estatales y municipales en materia de manejo de residuos sólidos.



- Pago de los derechos del servicio de recolección de todo el que genere residuos.

MESA NO. 4. ADMINISTRACIÓN OPERATIVA EN LA GESTIÓN DE RESIDUOS.

- Implementar un análisis estandarizado para el tipo de servicio de recolección a brindar.
- Revisar las condiciones del título de concesión, tal como; Unidades, instalaciones, cobertura, horarios y frecuencias.
- Tipo de servicio de recolección a implementar; por acera, contenedores, acumulación en esquina, coordinación con las dependencias interesadas, marco normativo.
- Documentar todos los indicadores operativos, así como implementar planes de manejo y optimizar los tiempos muertos en campo no justificados.
- Reforzar los programas pilotos de separación de residuos valorizables.
- Aprovechar los residuos orgánicos como refuerzo en el relleno sanitario; hacer composta, pirámide triangular, procesos, origen de estos residuos e incluir la participación de los administradores de mercados y centrales de abasto.
- Analizar propuesta de estación de transferencia como; los tiempos de traslado, cantidad de residuos valorizables y la optimización de tiempos y movimientos de las unidades.
- Programa de capacitación en materia de medio ambiente; educación ambiental, almacenamiento, separación y compostaje.

MESA NO. 5. ADMINISTRACIÓN Y GERENCIAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE ASEO PÚBLICO.

- Partir de lo establecido, en este caso, leyes y reglamentos, generar diagnósticos de lo práctico y tener una mejora regulatoria.
- En el tema de responsabilidad compartida, hace falta crear lazos que amarren las competencias o responsabilidades del manejo de los residuos, desde su origen hasta la disposición final.
- Revisar los contratos de las concesiones por parte de las empresas responsables del manejo de los residuos.



- Revisar el tema de la estación de transferencia que sea solo local (municipio) no metropolizar.
- En la participación ciudadana, adaptar a la ciudadanía en los programas de mejora de manejo de residuos.

A continuación, con el fin de documentar este evento, se presentan algunas imágenes fotográficas del 2do. Taller de Consulta.



Imagen No.VI.4.1.2.1 Inauguración del taller de consulta, realizada por por parte del Ing. José Roberto Centeno Valadez titular del Sistema Integral de Aseo Público de León. (SIAP).



**SISTEMAS DE INGENIERIA Y CONTROL
AMBIENTAL, S.A. DE C.V.**



Imagen No.VI.4.1.2.2 Exposición del tema, avances del **PMPGIRSMLA** por parte del M.I.A Jorge Sánchez Gómez Gerente General de SICA.



Imagen No.VI.4.1.2.3 Mesa de Trabajo No. 1: Sector informal y educación ambiental sobre residuos.



Imagen No.VI.4.1.2.4 Mesa de Trabajo No. 2: Aspectos económicos en la gestión de residuos y plásticos de un solo uso.



Imagen No.VI.4.1.2.5 Mesa de Trabajo No. 3: Marco legal.



Imagen No.VI.4.1.2.6 Mesa de Trabajo No. 4: Administración operativa en la gestión de residuos.



Imagen No.VI.4.1.2.7 Mesa de Trabajo No. 5: Administración y gerenciamiento de los servicios de aseo público.