

Capítulo No. 4

GESTIÓN IDEALIZADA Y SUSTENTABLE
DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS EN EL
MUNICIPIO DE LEÓN

GESTIÓN IDEALIZADA Y SUSTENTABLE DEL MANEJO DE LOS RESIDUOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN.

Primeramente, hay que señalar que la creación de infraestructura para el control de los residuos sólidos, vía la habilitación de equipos y tecnologías con ciertas características y atributos particulares; tiene un valor y propósito estratégico poco valorado, ya que en la medida que se desarrolle eficientemente, se estarán creando condiciones para preservar la salud pública y cuidar el ambiente; ambos objetivos del mayor interés público.

Como todo en la vida, la selección de tecnologías para el manejo de los residuos sólidos, debe obedecer a criterios tangibles y de sentido común, tales como: las características de los residuos a manejar, el costo de inversión requerido, los costos de operación asociados, el cumplimiento de la normatividad aplicable y la sustentabilidad del equipo, proceso o tecnología. Sin embargo, la realidad es que la selección de equipos y tecnologías en nuestro país, por lo regular se hace a partir de criterios sumamente subjetivos, como es la recomendación dicha por “expertos”, el beneficio ambiental que se señala en un video, una presentación o un tríptico; o bien, por una cierta rentabilidad no demostrada que ofrecen los promoventes. Hay casos donde la elección de un equipo se hizo por el empecinamiento de alguna autoridad, así como por privilegiar los intereses de algún grupo político o de algún funcionario con autoridad, para favorecer la opción elegida.

Ahora bien, respecto a las tecnologías disponibles hoy en día para el tratamiento de los residuos, no hay duda que se han desarrollado para evitar los problemas ambientales asociados a su manejo. Su objetivo inicial fue brindar opciones alternativas para su eliminación, después se buscó generar subproductos útiles para su aprovechamiento, sin considerar el costo asociado ni los aspectos ambientales involucrados y la tendencia actual, es lograr un balance energético con equilibrio económico; equidad que no siempre se logra por una baja capacidad de pago, por falta de mercado para los materiales obtenidos y/o por insuficiencia cualitativa de los subproductos.

Por otro lado, es importante señalar que, en los últimos años, se ha creado un mito de que hay tecnologías deseables y no deseables en términos ambientales, lo cual conceptualmente es incorrecto; ya que no hay ni buenas ni malas opciones tecnológicas; simplemente hay tecnologías y equipos mal seleccionados, mal concebidos, mal habilitados y mal operados; aspectos, sobre todo este último, utilizados para calificar a una tecnología como no-sustentable.

Esta creencia se ha visto fomentada en nuestro país, por los múltiples fracasos que se han experimentado desde hace varios años, en la aplicación de distintos equipos y tecnologías para el manejo de los residuos sólidos; fundamentalmente por no tomar en cuenta la gran diversidad de los subproductos que integran a los residuos sólidos, conformando una mezcla heterogénea de materiales con distintas características físicas, químicas y biológicas, cuya respuesta a un determinado proceso de transformación, es diferente según sea su combustibilidad y potencial de degradabilidad.

Está claro entonces que el desconocimiento de la parametrización de la mezcla de materiales que conforman a los residuos sólidos, es uno de los aspectos que han marcado la falta de sustentabilidad y los fracasos de la mayor parte de las tecnologías que han pretendido instalarse en nuestro país; por lo que en la medida que se defina su caracterización, análisis y por ende su parametrización, se tendrá información que vinculada a los aspectos financieros, así como a los costos operacionales unitarios, permitirá definir criterios y consideraciones de diseño reales y con fundamento, además de aportar una serie de atributos fundamentales, para realizar un buen análisis de las tecnologías orientadas al control de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; siempre buscando privilegiar el interés público y el bien común.

La Parametrización y Análisis de los Residuos Sólidos, debe entenderse como la determinación de los atributos de carácter físico, asociados con la basura que se genera en una determinada localidad. Estos parámetros, se refieren fundamentalmente a la Generación, Composición y Peso Volumétrico “in-situ” de los residuos sólidos a manejar.

Por otro lado, la Caracterización de los Residuos Sólidos, se refiere a la determinación de una serie de características físico-químicas, fundamentales para valorar las posibilidades de utilizar ciertos procesos de tratamiento, orientados al control de los residuos sólidos.

A partir de todo lo antes señalado, se concluye, por tanto, que es fundamental crear INFRAESTRUCTURA AMBIENTAL para el manejo de los residuos sólidos, eligiendo los equipos y las tecnologías adecuadas para no dañar al ambiente y preservar la salud pública, respetando la capacidad de pago y las finanzas públicas, considerando el desarrollo de las sociedades involucradas y promoviendo prácticas comprometidas con la racionalidad en el manejo de los residuos.

Tomando en cuenta todas las consideraciones antes expuestas, se llevó a cabo una revisión de las diferentes tecnologías disponibles en el país, así como a nivel internacional, para evaluar la factibilidad tecnológica, operacional y financiera de su aplicación, habilitación y desarrollo dentro del Municipio de León; a partir de las características de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generan en las diversas zonas del municipio.

Se revisaron una serie de documentos, dictámenes, estudios y análisis tecnológicos previos, realizados por diferentes instituciones públicas y privadas sobre los temas de interés; buscando con todo ello, seleccionar las opciones aplicables a la jurisdicción, considerando además la dispersión de algunos poblados, las vías de comunicación existentes, los límites naturales definidos por las divisiones entre las cuencas hidrográficas, los accesos y los accidentes topográficos naturales.

La evaluación de los equipos y tecnologías, incluyó todas las etapas del Ciclo del Manejo de los Residuos Sólidos, como son: El Barrido; El Almacenamiento; La Recolección; La Transferencia y el Transporte, La Segregación y la Valorización de los Residuos; así como el Tratamiento y la Disposición Final. Además de la evaluación de los aspectos puramente técnicos y de ingeniería, se determinaron las inversiones y el cálculo de los costos de operación, a partir de los costos horarios de la infraestructura, instalaciones y equipamiento de los sistemas evaluados. Los conceptos incluidos dentro de los costos horarios que se calcularon, se enlistan a continuación:

- Infraestructura. Cargos Fijos correspondientes a la recuperación de las inversiones (Depreciación, Interés y Seguro); Cargos Variables debidos al mantenimiento, insumos menores, herramientas e implementos de trabajo y de seguridad; y Sueldos del personal responsable de la administración, operación y mantenimiento del sistema representado por la infraestructura propuesta.
- Equipos. Cargos Fijos debidos a la recuperación de las inversiones (Depreciación, Interés, Seguro, Almacenamiento y mantenimiento); Cargos Variables debidos a los combustibles, lubricantes, refacciones, llantas, insumos menores, herramientas e implementos de trabajo y de seguridad; y Sueldos del personal responsable de la operación de los equipos considerados.

A partir de este análisis, se definieron una serie de propuestas para el Municipio de León, que incluye no solo la aplicación de equipos y tecnologías que promuevan la modernización y el desarrollo de los sistemas de barrido, recolección, transferencia y disposición final de los residuos; sino también las opciones más prudentes para la valorización y el aprovechamiento de los residuos; mediante la definición y el desarrollo de cadenas de valor, que promuevan la creación de fuentes de empleo, el desarrollo del sector de los residuos, además de minimizar el impacto al ambiente, la afectación de la salud pública y el deterioro de la biodiversidad.

El objetivo es el de contar con un Marco Conceptual Tecnológico, que permita orientar, promover y canalizar todas las diferentes iniciativas del sector privado y de la gestión pública, en cuanto a la creación, modernización y rehabilitación de la infraestructura y el equipamiento para el manejo eficiente de los residuos sólidos, en todas sus facetas de manejo.

Con este marco, todas aquellas iniciativas y propuestas de infraestructura sin bases técnicas, "alegres", "peregrinas", "novedosas", "de primer mundo", "milagrosas" y sin viabilidad económica, no tendrán cabida y no llevarán a cometer tropezones institucionales ni a endeudar al Gobierno del Municipio de León.

BARRIDO Y LIMPIEZA DE ÁREAS PÚBLICAS.

Dentro del servicio de Barrido y la Limpieza Pública, se pueden asimilar todas las actividades asociadas con la limpieza de vialidades, parques, jardines, lugares recreativos, sitios y plazas públicas, así como el mantenimiento del ornato público. En general, en estos espacios se producen residuos constituidos por hojas, arena, lodos, ramas, latas de refresco y papeles como cajetillas de cigarro, envolturas, periódicos y otros: Los porcentajes de cada uno de los subproductos, varían según el sitio que se trate, lo cual influye mucho en la operación del sistema.

BARRIDO MANUAL.

Remitiéndonos exclusivamente al barrido manual, ya que el barrido mecánico, es prácticamente inexistente en el municipio; la Organización Mundial de la Salud (OMS/OPS) reporta para América Latina, rendimientos para el personal que realiza actividades de limpieza manual, de 1 a 2 kilómetros de calle por turno de trabajo (2 a 4 kilómetros de cuneta), recojiéndose de 30 a 90 kg. de basura por kilómetro barrido, por lo que se asume que se requieren entre 0.4 y 0.8 barrenderos por cada 1000 habs., dependiendo del personal asignado, de la proporción de calles pavimentadas y no pavimentadas, del grado de dificultad de la zona por atender y de la cooperación de la comunidad.

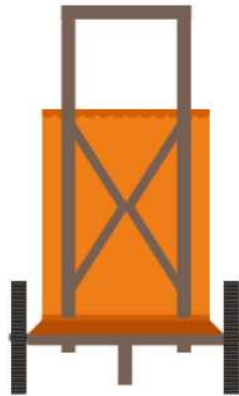
Una característica significativa de esta actividad en León, es su falta de desarrollo y alta marginalidad con la que se realiza en casi todo el municipio, ya que se lleva a cabo sin orden y deficientemente, sin planeación alguna, sin el equipamiento y sin los implementos mínimos requeridos, con personal sin adiestramiento y graves deficiencias funcionales por su edad. Incluso hay lugares donde este servicio es prácticamente inexistente. Por lo anterior, al igual que en muchos lugares de nuestro país, es posible afirmar que el barrido es la parte menos desarrollada de los servicios de aseo urbano en el Municipio de León, así como la que presenta mayores carencias y los niveles de eficiencia más bajos; dando por resultado indicadores de costo promedio por tonelada, más altos que la recolección, la transferencia y la disposición final. Para potencializar su desarrollo, es necesario que a este servicio se le dote de independencia e identidad y que se evite seguirlo considerando, como una extensión de la recolección.

Después de evaluar diferentes equipos e implementos que pueden emplearse para realizar esta tarea, a continuación, se describen los considerados como más idóneos.

- La herramienta principal es un escobillón con fibras cortas y duras, ya sean vegetales o de plástico, como se indica en la figura siguiente. En calles sin pavimentar es preferible escobas con fibras largas y flexibles, e incluso ramas de árboles con el objeto de abaratar el costo del servicio.
- Un carrito de mano con uno o dos receptáculos cilíndricos de una capacidad de 80 litros, lo cual permitirá que el barredor vaya recogiendo tanto la basura suelta como la que se

haya “acamellonado”. La estructura de estos carritos debe ser sólida y liviana, recomendándose que sean de tubo de acero, equipados con ruedas grandes de goma dura y con rodamientos.

Implementos Recomendados para el Servicio de Barrido Manual



CARRO DE MANO



PALA



ESCOBA



ESCOBILLON



RECOGEDOR



Los costos de adquisición del equipo, las herramientas, insumos e implementos personales y de seguridad, requeridos para realizar las tareas de barrido manual, se enuncian a continuación:

CONCEPTO	CANTIDAD PARA 12 MESES	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL
Carrito de Barrido	1	Carrito	\$1,500.00	\$1,500.00
Pala	1	Pieza	\$150.00	\$150.00
Recogedor	1	Pieza	\$150.00	\$150.00
Escoba	4	Pieza	\$30.00	\$120.00
Escobillón	3	Pieza	\$25.00	\$75.00
Pantalón de mezclilla	3	Pieza	\$300.00	\$900.00
Camisa	3	Pieza	\$250.00	\$750.00
Botas de trabajo	2	Par	\$350.00	\$700.00
Botas de hule	1	Par	\$200.00	\$200.00
Impermeable	1	Juego	\$220.00	\$220.00
Gorra	3	Pieza	\$80.00	\$240.00
Gafas	2	Pieza	\$60.00	\$120.00
Guantes de carnaza	4	Par	\$60.00	\$240.00
Guantes de hule	2	Par	\$90.00	\$180.00
Cubreboca	52	Pieza	\$5.00	\$260.00
Chaleco fluorescente con reflejantes	2	Unidad	\$65.00	\$130.00
			SUBTOTAL	\$6,195.00
			IVA	\$ 991.20
			TOTAL	\$ 7,186.20

Para el cálculo de los costos de operación, además de los conceptos listados en el cuadro anterior, se considerará la percepción mensual promedio del barrero, la cual incluyendo todas las prestaciones que señala la ley, será de: \$9,000.00.

De acuerdo con las consideraciones anteriores y asumiendo 52 semanas de trabajo por año y 40 horas efectivas por semana, el costo de operación es el siguiente:

$$\text{Costo de operación por empleado (COE)} = \{(\$9,000.00 \times 12) + \$7,186.20\} / 312 \text{ días}$$

$$\text{COE} = \$369.18 \text{ empleado-día} = \$46.14 \text{ empleado-hora.}$$

Tomando los rendimientos establecidos por la OMS/OPS, resultan los siguientes indicadores de costo:

$$\text{Costo de Operación por Km. Barrido} = \$92.29 \text{ a } \$184.59.$$

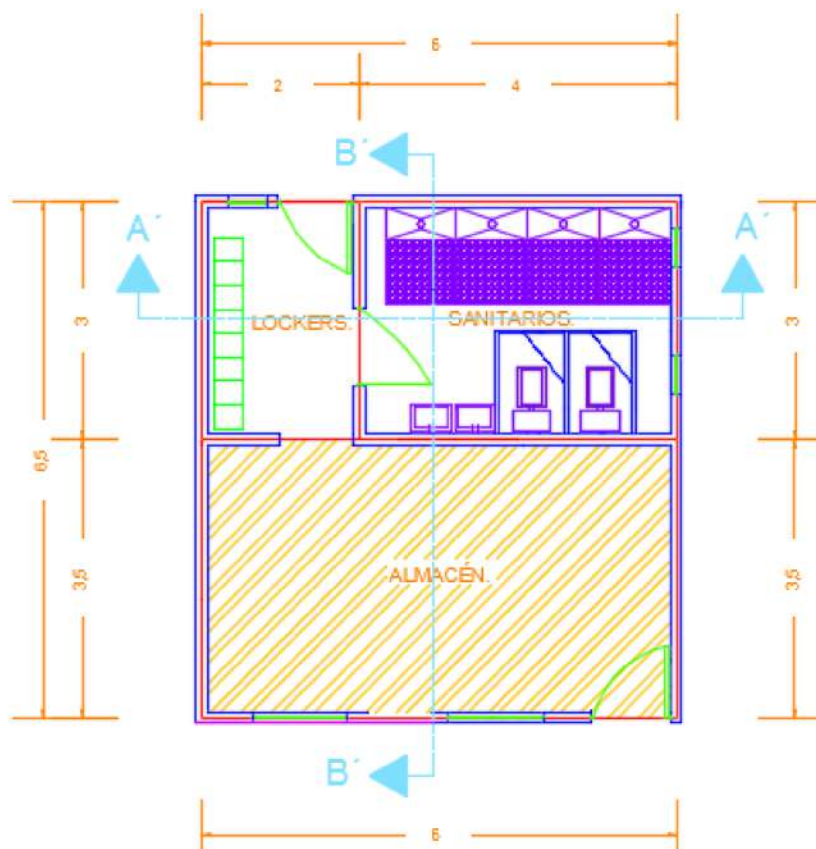
$$\text{Costo de Operación por Kg colectado de residuos (Baja dispersión de residuos en la vialidad)} = \$3.07 \text{ a } \$6.15.$$

$$\text{Costo de Operación por Kg colectado de residuos (Alta dispersión de residuos en la vialidad)} = \$1.16 \text{ a } \$2.31.$$

Considerando que en los núcleos urbanos las necesidades del barrido manual son inaplazables y van más allá de los espacios públicos, el No. de rutas a cumplir diariamente continuarán como actualmente están distribuidas, pero considerando la planeación propuesta. En estos casos, la actividad del barrido tendrá que ser respaldada con Centros de Transbordo de Barrido (CTB), que son instalaciones como la que se muestra en la siguiente ficha técnica y que cumplen con varias funciones como son las siguientes:

- Sitios para concentrar los residuos de al menos 1 ruta de barrido, ya que serán la referencia para iniciar y concluir el trabajo diario de por lo menos 10 barrenderos, con la idea de que al final de la jornada diaria, la basura concentrada en los diferentes CTBs que se instalen, pueda ser colectada con una ruta especial, para su traslado al sitio de disposición final de residuos.
- Lugares donde se puedan resguardar los carritos de barrido, así como el resto de los implementos necesarios, para que el personal de barrido, cumpla con sus tareas diarias.
- Instalaciones donde los empleados de barrido, cómodamente puedan ingerir sus alimentos, ponerse su ropa de trabajo antes de iniciar la jornada diaria, guardar sus cosas personales, así como asearse al concluir su trabajo diario.

CENTRO DE TRANSBORDO O TRANSFERENCIA DE BARRIDO



CENTRO DE TRANSFERENCIA DE BARRIDO	
ÁREA CONSTRUIDA	36M ²
CAPACIDAD DE ALMACENAMIENTO	HASTA 20 CARROS DE BARRIDO MANUAL

Bajo esas condiciones, el costo operación del servicio del barrido manual se precisa a continuación:

En el siguiente cuadro, se muestran los costos de adquisición del equipo, las herramientas, insumos e implementos personales y de seguridad, requeridos para realizar las tareas de barrido manual, considerando una cuadrilla de 10 empleados:

PARA DIEZ TRABAJADORES				
CONCEPTO	CANTIDAD PARA 12 MESES	UNIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO ANUAL
Carrito de Barrido	10	Carrito	\$1,500.00	\$15,000.00
Pala y recogedor	10	Piezas	\$300.00	\$3,000.00
Escoba	40	Pieza	\$30.00	\$1,200.00
Escobillón	30	Pieza	\$25.00	\$750.00
Camisa y Pantalón de mezclilla	30	Piezas	\$550.00	\$16,500.00
Botas de trabajo	20	Par	\$350.00	\$7,000.00
Ropa de agua con botas de hule	10	Juego	\$420.00	\$4,200.00
Gorra	30	Pieza	\$80.00	\$2,400.00
Gafas	20	Pieza	\$60.00	\$1,200.00
Guantes de carnaza	40	Par	\$60.00	\$2,400.00
Guantes de hule	20	Par	\$90.00	\$1,800.00
Cubreboca	520	Pieza	\$5.00	\$2,600.00
Chaleco fluorescente con reflejantes	20	Unidad	\$65.00	\$1,300.00
			SUBTOTAL	\$61,950.00
			IVA	\$9,912.00
			TOTAL	\$71,862.00

Ahora bien, el costo de inversión del CTB, infraestructura que apoyará las tareas de la cuadrilla de 10 barrenderos, se presenta a continuación:

CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	COSTO DEL CONCEPTO
Piso	m ²	92	100	9,200.00
Muros	m ²	178.8	367	65,619.00
Techos	m ²	115.2	407.5	46,943.00
Puertas	pieza	4	500	2,000.00
Cancel de baños	m ²	21.24	350	7434
Muebles de baños	lote	1	7,800.00	7,800.00
Instalación eléctrica	lote	1	15,000.00	15,000.00
Instalación hidráulica	lote	1	10,000.00	10,000.00
SUBTOTAL				163,997.00
I.V.A.				24,899.55
TOTAL				188,896.55

Los cargos fijos, Ahora bien, el costo de inversión del CTB, infraestructura que apoyará las tareas de la cuadrilla de 10 barrenderos, se presenta a continuación:

Los cargos fijos horarios correspondientes a esta infraestructura, se reportan a continuación:

DEPRECIACIÓN
\$ 3.38

INTERESES
\$ 0.35

MANTENIMIENTO
\$ 2.70

El costo de operación correspondiente a los cargos fijos de la infraestructura, quedarán como sigue:

Costo Horario	\$6.43
Costo Diario	\$51.44

Para el cálculo de los costos de operación, además de los conceptos anteriores, se considerará la percepción mensual promedio del barrendero, la cual incluyendo todas las prestaciones que señala la ley, será de: \$9,000.00.

De acuerdo con las consideraciones anteriores y asumiendo 52 semanas de trabajo por año y 40 horas efectivas por semana, el costo de operación es el siguiente:

$$\text{Costo de operación empleados (COE)} = \{(\$9,000.00 \times 10 \times 12) + \$71,862.00\} / 312 \text{ días}$$

$$\text{COE} = \$3691.86 \text{ empleados-día} = \$461.48 \text{ empleados-hora.}$$

El costo de operación, incluyendo los cargos fijos de la infraestructura, se reporta a continuación:

$$\text{COEI} = (\$461.48 \text{ empleados-hora}) + (6.43 \text{ \$/hora}) = (\$467.91 \text{ empleados-hora.})$$

Puesto que los costos de operación por barrendero, incluyendo los cargos fijos de la infraestructura, son prácticamente los mismos que sin infraestructura, se considerarán como válidos, los indicadores de costo por empleado, obtenidos anteriormente.

BARRIDO MECÁNICO.

El barrido mecánico tiene costos de operación menores que el barrido manual, pero implica desplazamiento de mano de obra y grandes inversiones iniciales, ya que las barredoras son equipos muy especializados y en ciertos casos de importación.

El barrido mecánico se debe aplicar en todas aquellas calzadas, aceras, plazas y áreas peatonales que dispongan de pavimento continuo y libre de obstáculos. En las calzadas, para que el trabajo sea verdaderamente efectivo, es imprescindible que la guarnición o bordillo de la acera, no esté ocupado por vehículos estacionados. Cada día son más escasos los bordillos libres de estacionamiento, por lo que se complica programar recorridos homogéneos y sin grandes desplazamientos, barriendo entre tramo y tramo de calle libre de vehículos estacionados.

Para aplicar el barrido mecánico en una ciudad, se requiere clasificar las calles en las que sea posible programar este tipo de tareas. Esta clasificación se hará atendiendo al tipo de equipo más adecuado en cada caso, teniendo en consideración el tamaño y la capacidad de carga de la barredora, así como su maniobrabilidad y movilidad, prescindiendo del sistema de carga de los residuos.

La barredora más recomendable, es la de mayor capacidad de carga, al menos de 7 m³. Se optará por una barredora de arrastre, cuando sea previsible la aparición de tierra suelta, arena y ciertos objetos gravosos, lo que suele ocurrir en las vías de entrada y alrededores de la ciudad. En vialidades integradas al casco urbano de las ciudades, con abundancia de material ligero, se recomienda el uso de barredoras de aspiración, ya que se obtienen altos rendimientos y tareas de limpieza de alta calidad.



BARREDORA DE ARRASTRE



BARREDORA ASPIRADORA

El costo operación, el cual se determinará a partir del costo horario de la barredora mecánica, se reporta a continuación:

- Capacidad de Carga de la Unidad de Barrido: 453 Kg.
- Horas efectivas de Trabajo: 8 Hrs.
- Velocidad Promedio de Trabajo: 10 Km. /Hr.

COSTO HORARIO	COSTO DIARIO	\$ KM. BARRIDO	\$ KG. COLECTADO
\$369.18	\$ 2,953.44	\$36.92	\$6.52

ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

El almacenamiento de los residuos sólidos, tiene como objetivo preservarlos sanitariamente, desde el momento en que son generados hasta su recolección, facilitando con ello su manejo integral. El tiempo máximo que se recomienda para el almacenamiento de residuos que contienen materiales orgánicos biodegradables no debe ser mayor a las 48 horas, a menos que sean materiales inorgánicos segregados para su comercialización, en cuyo caso podrán almacenarse por más tiempo (hasta 2 semanas en promedio), buscando evitar que el material por comercializar, este “ocioso” por mucho tiempo. Los principales factores que inciden en el almacenamiento de los residuos, son los siguientes:

- Cantidad de residuos producida en un determinado tiempo.
- Características de los residuos, tales como degradabilidad, combustibilidad, densidad, contenido de humedad, etc.
- Frecuencia y métodos de recolección empleados en el servicio.
- Métodos auxiliares usados en el sitio donde se generan los residuos, para darles un valor agregado y elevar su costo de comercialización, como: reducción de volumen, segregación y molienda de ciertos materiales.

ALMACENAMIENTO DOMICILIARIO.

Un almacenamiento domiciliario adecuado de los residuos sólidos, tiene incidencia no solamente donde se generan (aseo, estética, bienestar, etc.), sino también en las posteriores etapas de su manejo: recolección, transporte y disposición final. Adicionalmente y con el auge que ha tomado en los últimos años la recuperación de subproductos útiles (denominada en forma genérica como reciclaje), el almacenamiento en las viviendas adquiere una significativa importancia, toda vez que puede contribuir a facilitar y potencializar esta labor, lo cual sin lugar a dudas privilegiará y promoverá la valorización de los residuos.

El almacenamiento de los residuos a nivel domiciliario en las diferentes localidades del Municipio de León, es muy homogéneo ya que se utilizan bolsas de plástico, particularmente de polietileno, sobre los recipientes constituidos con otros materiales ligeros como el aluminio y el latón.

Al respecto, se propone utilizar recipientes de plástico rígido, ligeros, durables y con tapa hermética de 50 litros de capacidad, hasta satisfacer la demanda requerida, según sea el No. de miembros que integran el clan familiar.

Para determinar el volumen del almacenamiento domiciliario recomendable, se utilizará la siguiente expresión:

$$V = \frac{N G}{P f} \times F_s.$$

Donde:

- V:** Volumen de almacenamiento, en metros cúbicos
- N:** No. promedio de personas por casa habitación, en Hab.
- G:** Generación per-cápita de residuos sólidos urbanos, en Kg. /Hab.-día
- P:** Peso volumétrico de los residuos, en Kg. /m³
- f:** frecuencia de recolección en séptimos (No. eventos por semana).
- Fs.:** factor de seguridad, adimensional.

Para el valor de (N)

Se tomarán en cuenta los parámetros que se indican a continuación, asumiendo un promedio de 4 habitantes por vivienda.

Factor de Seguridad (Fs)

Se considerará un factor de seguridad igual al 50% de falla, para considerar cualquier eventualidad en el servicio de recolección. Por tanto, Fs=1.5.

Frecuencia de Recolección (f)

La frecuencia de recolección es de tres días a la semana, por lo que en términos cuantitativos será igual a 3/7.

Generación Per cápita de residuos (G)

Se tomará un valor para la generación per-cápita de residuos sólidos urbanos, de 0.70 Kg. / hab.-día, valor que se definió a partir del estudio de generación de residuos.

Peso Volumétrico de los Residuos (P)

Se asumió un peso volumétrico de los residuos dentro del recipiente de almacenamiento de 250 "kg/m³," considerando un valor promedio de los resultados obtenidos con el estudio de generación y composición de los residuos sólidos.

Cálculo del Volumen de Almacenamiento (V).

El volumen de almacenamiento domiciliario para el municipio de León, queda de la siguiente forma:

$$V = \frac{(4 \text{ hab}) \times (0.70 \text{ kg/hab/día})}{(250 \text{ kg/m}^3) \times \frac{3}{7}} \times 1.5$$

$$V = 0.039 \text{ m}^3$$

Valor equivalente, a un recipiente de 40 litros de capacidad; por lo que para tener un recipiente en donde se lleve a cabo el almacenamiento de los residuos, sin sobresaltos ni sorpresas, se propone utilizar un recipiente con una capacidad de 50 litros.

Los costos unitarios correspondientes al uso de los recipientes para el almacenamiento de los residuos, a partir de los costos de adquisición de los mismos, se reportan a continuación:



RECIPIENTE DE 50 LITROS

COSTO DEL RECIPIENTE	COSTO DEL MANTENIMIENTO
\$ 280.00 \$	28.00

ALMACENAMIENTO EN OTRAS FUENTES Y EN SITIOS DE GRAN GENERACIÓN.

El almacenamiento comunitario, así como el que se da en sitios de gran generación (Unidades habitacionales, Plazas comerciales, etc.), comercios y servicios en general; se lleva a cabo empleando recipientes disímboles y variados en capacidad, forma, tamaño y material de que está constituido, problemática que complica la prestación del servicio de recolección de basura. Al igual que para el almacenamiento domiciliario, las irregularidades con las que se realiza, propician que el almacenamiento de los residuos, sea imposible de estandarizar.

Con el fin de ordenar esta práctica, será necesario utilizar contenedores especiales, con volúmenes que varían normalmente de 1 a 3 m³, aun cuando puedan existir otros de dimensiones mucho mayores. La resistencia de los mismos, deberá estar en función del peso volumétrico de la basura, requiriendo de vehículos adaptados especialmente para su manejo.

Para el cálculo del volumen de almacenamiento de residuos en centros de gran generación, se aplica la misma expresión que para el almacenamiento domiciliario, como a continuación se indica a partir de un ejemplo hipotético, en un establecimiento que diariamente genera en promedio 2.0 toneladas de basura, con una densidad de 300 kg/m³, para un servicio de recolección diaria.

$$V = \frac{(2000 \text{ kg})}{(300 \text{ kg/m}^3) \times \frac{7}{7}} \times 1.5$$

$$V = 10.00 \text{ m}^3$$

Para este caso se propone el uso de 5 contenedores de 2 m³ de capacidad, para alcanzar la capacidad de almacenamiento de 10 m³.

Los costos unitarios correspondientes al uso de los recipientes para el almacenamiento de los residuos, a partir de los costos de adquisición de los mismos, se reportan a continuación:



CONTENEDOR DE 2000 LITROS

COSTO DEL CONTENEDOR
\$ 9,000.00
COSTO DEL MANTENIMIENTO
\$ 900.00

RECOLECCIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

La finalidad básica de la recolección de los residuos sólidos, es preservar la salud de la población, lo cual se traduce en localidades limpias y aseadas, motor de muchas autoridades municipales para mejorar los servicios de aseo urbano, aún más que la propia optimización de los costos operacionales, ya que este es un tema prácticamente desconocido para la mayoría de los responsables de dichos servicios.

Un mal servicio de recolección, promueve la presencia y proliferación de vectores que transmiten enfermedades infectocontagiosas como son: moscas, cucarachas y roedores, entre otros. Así mismo ciertos residuos industriales u hospitalarios, algunos de ellos con características peligrosas, que conjuntamente se colectan con los residuos sólidos urbanos, potencializan el riesgo que conlleva un mal manejo de estos, por la exposición a la que están sujetos los empleados de la recolección y la población en general.

La principal corriente de residuos colectada por el servicio de recolección, es la generada en las casas-habitación. Estos residuos, aun cuando en los últimos años se han visto complementados con material ligero como plásticos y embalajes, es más pesada que la generada en los países desarrollados, lo que complica su transporte y distribución de cargas en los vehículos recolectores. Debido a la presencia de materiales ligeros en su contenido, su peso específico “a volteo”, varía de 0.15 a 0.3 ton/m³, pudiendo disminuir su volumen a valores comprendidos entre ½ y ¼ del original; aunque por el alto contenido de humedad que contienen los materiales orgánicos, difícilmente puede compactarse a menos de la mitad de su volumen suelto. Estas características, hacen que prácticamente sea obligatorio utilizar vehículos con sistemas de compactación, para eficientar la carga de residuos, facilitar su desalojo en las estaciones de transferencia o en los sitios de disposición final y reducir los costos de operación de la recolección.

Lo anterior, puede ilustrarse de mejor manera, si consideramos a manera de ejemplo, que es necesario cargar en un vehículo 7 ton de basura con un peso específico de 0.25 ton/m³, por lo que la carrocería del vehículo debería tener un volumen de 28 m³, cuyas dimensiones podrían ser: 2.34 x 2.4 x 5 m. Tal vehículo, difícilmente podría circular por las calles de una ciudad; en cambio, si la unidad cuenta con mecanismo de compactación, la carrocería, podría reducirse a la mitad.

En el Municipio de León, lo más común es encontrar parques vehiculares de recolección, integrados por unidades con características y capacidades similares entre sí, muchas de ellas con mecanismo de compactación. Por tanto, en la medida que sea posible, es conveniente mantener la estandarización del parque vehicular de recolección, por las facilidades que brinda la posibilidad de intercambiar equipos similares de una ruta a otra, además de facilitar su mantenimiento y uniformizar sus rendimientos.

RECOLECCIÓN DOMICILIARIA.

Por todo lo antes señalado para la recolección domiciliaria, es importante indicar la conveniencia de utilizar vehículos con carrocerías que tengan mecanismos de compactación y en cuanto la actividad lo demande con gran capacidad volumétrica, para abatir los costos de operación. Así mismo, se debe desalentar el uso de vehículos tipo volteo, góndolas, camionetas pick-ups y sobre todo unidades de redilas, por las dificultades inherentes a su diseño, que limitan y dificultan las operaciones de carga y descarga de los residuos, dificultan y hacen ineficiente el servicio, promueven la dispersión de material ligero sobre las vialidades, incrementan el parque vehicular y las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, el gasto diario de combustible se eleva y se incrementan hasta en tres veces el costo de operación por tonelada colectada.

RECOLECCIÓN COMERCIAL Y DE SERVICIOS, ASÍ COMO EN SITIOS DE GRAN GENERACIÓN.

Por lo que respecta a los aspectos económicos, no se debe soslayar que la recolección de los residuos sólidos, representa entre un 70% y un 80% del costo total de manejo de los residuos sólidos, de ahí la enorme importancia de mejorar la eficiencia en esta actividad; sobre todo cuando se trata de la recolección en comercios, cualquier tipo de servicios y en sitios de gran generación, debido a que este servicio demanda equipos mucho más especializados y por ende más costosos que los utilizados para la recolección domiciliaria. El tipo de residuos que se colecta con este servicio, si bien es cierto que una buena parte son residuos considerados como residuos sólidos urbanos, también es cierto que se colectarán residuos de manejo especial. Por lo antes señalado, el tipo de unidades recomendadas para realizar el servicio que se trata, deben ser vehículos con carrocerías que tengan mecanismos de compactación y de gran capacidad de carga. Al respecto, las opciones viables para ejecutar un servicio especializado con grandes volúmenes de carga, estarían dadas por los vehículos recolectores con mecanismos para la carga y descarga de contenedores de 1 hasta 3 m³ de capacidad. Estos vehículos con carrocerías compactadoras obligadas, pueden realizar la carga de los contenedores, utilizando “lanzaderas” o dispositivos para el izamiento de los contenedores, localizados en la parte frontal, lateral o trasera de la unidad.

Incluso, este tipo de unidades recolectoras, pueden utilizarse cuando se apliquen programas de recolección segregada o diferenciada, ya sea recolectando distintas corrientes de residuos ciertos días de la semana (utilizando la carrocería compactadora sin adaptación alguna); o bien, recolectando distintas corrientes de subproductos en forma simultánea pero separada (en cuyo caso la carrocería puede adaptarse, colocando una “pared interna” desmontable o abatible, entre la placa compactadora y la parte trasera de la unidad, de tal forma que se logre un espacio dentro de la carrocería entre la cabina y dicha placa, donde se puedan almacenar los residuos inorgánicos con alto valor comercial). De esta manera se evitará anexarle a la unidad de recolección, un remolque para coleccionar los subproductos reciclables; dificultando el servicio de recolección al incrementar el radio de giro y a longitud de las unidades que hacen el trasiego de los residuos, además de violentar su capacidad de carga y acelerar su desgaste.

Ahora bien, independientemente de las recomendaciones realizadas, es fundamental realizar un estudio económico para determinar el tipo de vehículo más adecuado, pero en general son preferibles aquellas unidades con mayores rendimientos por unidad de carga.

En los anexos técnicos sección uno, se presentan las fichas técnicas de las unidades recolectoras analizadas y evaluadas.

Como parte de la evaluación de las rutas, fue cuantificarlas en términos económicos, se realizó el cálculo del costo horario de los 2 modelos de vehículos recolectores del año 2015 utilizados para la recolección, como se muestra en el siguiente cuadro resumen, obteniéndose un costo horario de \$585.33 por hora para el vehículo con una capacidad de 20 yd³ y de 696.39 para el vehículo de 25 yd³ de capacidad, considerando un sueldo del chofer de \$200.00 por jornada.

ANÁLISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA			
DATOS GENERALES			
CODIGO:	CAM01		
MAQUINA:	CAMIÓN RECOLECTOR CAJA TRASERA DE 20 YD ³ POTENCIA DE 210 HP		
MODELO:	2015		
Va = Valor de adquisición	1,508,000.00	Pn = Potencia nominal	210 hp
VII = Valor de llantas	60,326.00	Tipo de Combustible	Diesel
Vn= Valor neto	\$1,447,674.00	Pc = Precio de combustible:	20.96 Litro
% r= porcentaje de rescate	65%		
Vr = Valor de rescate (Vn * %r)	\$940,988.10	Fo = Factor de operación	0.8
Ti = Tasa de interés anual	16%	Grupo(I o II o III)	
Ps = Prima de seguros anual	4%	Cc = Capacidad de cárter	39 litros
Fm = Factor de mantenimiento	0.8	Tc = Tiempo de cambio de aceite	1000 horas
Ve = Vida económica (años)	7	Fl = Factor de lubricante	0.002
Ha = Horas efectivas al año	2,400	Pa = Precio de aceite	52.5 Litro
		Hv = Vida económica de llantas	2400 horas
Nota: Las horas corresponden a tiempo efectivo de trabajo			
CARGOS FIJOS			
Depreciación	$D = (Vn - Vr) / Ve =$		\$30.16
Inversión	$I = [(Vn + Vr) / 2Ha] Ti =$		\$79.62
Seguros	$S = [Vn + Vr / 2Ha] Ps =$		\$19.91
Mantenimiento	$M = Fm * D =$		\$24.13
SUBTOTAL			\$153.82
CARGOS POR INSUMOS			
Combustible	$C = Fo * Pn * Pc =$		\$352.13
Lubricante	$L = [(Cc / Tc) + (Fo * Fl) Pn] Pa =$		\$19.69
Llantas	$V = VII / Hv =$		\$25.14
Piezas especiales	$Ae = Pa / Va = \$0 / 0 =$		\$0.00
SUBTOTAL			\$396.95
CARGOS POR OPERACION			
	JORNADA		\$/HORA
Chofer	\$ 270.00		\$33.75
Implementos	\$ 6.50		\$0.81
SUBTOTAL			\$34.56
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA EN PESOS AL 2019			\$ 585.33

ANÁLISIS DEL COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA			
DATOS GENERALES			
CODIGO:	CAM02		
MAQUINA:	CAMIÓN RECOLECTOR CAJA TRASERA DE 25 YD ³ POTENCIA DE 260 HP		
MODELO:	2015		
Va = Valor de adquisición	1,624,000.00	Pn = Potencia nominal	260 hp
VII = Valor de llantas	94,798.00	Tipo de Combustible	Diesel
Vn= Valor neto	\$1,529,202.00	Pc = Precio de combustible:	20.96 Litro
% r= porcentaje de rescate	65%	Fo = Factor de operación	0.8
Vr = Valor de rescate (Vn * %r)	\$993,981.30	Grupo(I o II o III)	
Ti = Tasa de interés anual	16%	Cc = Capacidad de cárter	39 litros
Ps = Prima de seguros anual	4%	Tc = Tiempo de cambio de aceite	1000 horas
Fm = Factor de mantenimiento	0.8	FI = Factor de lubricante	0.002
Ve = Vida económica (años)	7	Pa = Precio de aceite	52.5 Litro
Ha = Horas efectivas al año	2,400	Hv = Vida económica de llantas	2400 horas
Nota: Las horas corresponden a tiempo efectivo de trabajo			
CARGOS FIJOS			
Depreciación	$D = (Vn - Vr) / Ve =$		\$31.86
Inversión	$I = [(Vn + Vr) / (2Ha)] Ti =$		\$84.11
Seguros	$S = [Vn + Vr / (2Ha)] Ps =$		\$21.03
Mantenimiento	$M = Fm * D =$		\$25.49
SUBTOTAL			\$162.48
CARGOS POR INSUMOS			
Combustible	$C = Fo * Pn * Pc =$		\$435.97
Lubricante	$L = [(Cc / Tc) + (Fo * FI) Pn] Pa =$		\$23.89
Llantas	$V = VII / Hv =$		\$39.50
Piezas especiales	$Ae = Pa / Va = \$ / 0$		\$0.00
SUBTOTAL			\$499.35
CARGOS POR OPERACION			
	JORNADA		\$/HORA
Chofer	\$ 270.00		\$33.75
Implementos	\$ 6.50		\$0.81
SUBTOTAL			\$34.56
COSTO DIRECTO HORA-MAQUINA EN PESOS AL 2019			\$ 696.39

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

UNIDADES DE ESTUDIO							
CONCEPTO	GISA				PASA		
	RUTA	21	10	6	164	126	76
VEHÍCULO	MATRICULA	GD4855A	GP03589	GN81807	GD7646A	GD7608A	GD7646A
ORIGEN	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO	ENCIERRO
DESTINO		SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"	SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL "EL VERDE"
HORARIO DE TRABAJO OFICIAL	JOR	6:00 A 15:00	5:00 A 14:00	20:00 a 5:00	20:00 A 5:00	6:00 A 15:00	6:00 A 15:00
CONDICION INICIAL DE LA UNIDAD		VACIA	VACIA	VACIA	VACIA	VACIA	VACIA
HORARIO REAL DE TRABAJO		(6:20 AM. A 15:35 P.M.)	(5:30 A.M. A 12:47 P.M.)	(20:10 P.M. A 12:53 A.M.)	(8:20 P.M. A 3:47 A.M.)	(6:10 AM. A 13:17 P.M.)	(6:28 A.M. A 13:17 P.M.)
INICIO DE LABORES		DEMORA DE 20 MIN	DEMORA DE 30 MIN	DEMORA DE 10 MIN	DEMORA DE 20 MIN	DEMORA DE 20 MIN	DEMORA DE 30 MIN
TIEMPO DE TRANSITO EN RUTA	HRS	06:40:00	05:13:41	03:06:00	05:52:22	05:43:00	05:13:41
TIEMPO PROMEDIO DE RECOLECCIÓN EN PARADAS	MIN	00:01:51	00:05:41	00:03:23	00:32:00	00:03:12	00:03:52
No. DE PARADAS EN LA RUTA	#	12	31	20	34	10	13
T. I. PARA DESAYUNAR	HRS	00:25:00	00:31:00	00:15:00	00:25:00	00:00:00	00:00:00
T. I. DE TRANSITO AL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL	HRS	00:31:00	00:29:00	00:25:00	00:33:00	00:07:00	00:42:00
CAPACIDAD DE CARGA DE LA CAJA	VD ³	20	25	20	25	25	25
TONELADAS RECOLECTADAS	TON	9.1	8.91	7.09	11.93	11.82	12.45
T. I. EN EL SITIO DE DISPOSICION FINAL	HRS	00:51:00	00:12:00	00:10:00	00:12:00	00:36:00	00:15:00
A RUTA Ó AL RESGUARDO		RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO	RESGUARDO
T. I. DE TRANSITO AL SITIO DE RESGUARDO	HRS	00:48:00	00:52:00	00:47:00	00:25:00	00:41:00	00:39:00
CONDICION FINAL DE LA UNIDAD	HRS	VACIO	VACIO	VACIO	VACIO	VACIO	VACIO
TIEMPO DE PERIODO LABORAL REAL	HRS	09:15:00	07:17:41	04:43:00	07:27:22	07:07:00	06:49:41
HORAS EFECTIVAS LABORALES	HRS	05:59:00	03:08:41	02:00:00	02:24:22	05:29:00	03:39:41
HORAS IMPRODUCTIVAS EN RUTA	HRS	02:35:00	02:04:00	01:37:00	01:35:00	01:24:00	01:36:00
HORAS IMPRODUCTIVAS INJUSTIFICADAS	HRS	00:41:00	02:05:00	01:06:00	03:28:00	00:14:00	01:34:00
CANTIDAD DE RESIDUOS RECOLECTADOS POR HORA	T	1.08	1.17	1.58	1.66	1.89	2.04
COSTO POR TONELADA	PESOS	459	459	459	450	450	450
COSTO POR TONELAJE RECOLECTADO	PESOS	4176.9	4089.69	3254.31	5368.5	5319	5602.5
COSTO HORARIO DEL CAMIÓN	PESOS	585.33	696.39	585.33	696.39	696.33	696.33
COSTO POR JORNADA	PESOS	5414.30	5071.81	2761.00	5188.11	4957.87	4748.97
COSTO POR HORAS EFECTIVAS	PESOS	3500.27	2193.63	1170.66	1671.34	3815.89	2541.60
COSTOS POR HORAS IMPRODUCTIVAS	PESOS	1510.15	1434.56	942.38	1100.30	974.86	1114.13
COSTOS POR HORAS INJUSTIFICADAS	PESOS	398.02	1448.49	643.86	2414.38	160.16	1091.15
PESO BRUTO VEHÍCULAR	KG	15875.7	23587	15875.7	23587	23587	23587
PESO DEL CAMIÓN EN EL SITIO	KG	19580	22980	18480	23620	24260	27240
DIFERENCIA	KG	3704.3	-607	2604.3	33	673	3653

TRANSFERENCIA DE RESIDUOS SÓLIDOS.

El propósito de los sistemas de transferencia es recibir los residuos sólidos de los vehículos recolectores, para transferirlos a un vehículo de mayor capacidad y así ser transportados a la instalación de procesamiento o al sitio de disposición final, empleando grandes unidades motorizadas, vagones de ferrocarril o incluso hasta embarcaciones; todo ello con el fin de abatir los costos operacionales del trasiego de la basura y mantener en equilibrio la economía del sistema.

Ahora bien, es difícil establecer a manera de “receta”, cuando es necesario contar con una estación de transferencia; sin embargo, casi es posible afirmar sin temor a equivocarse, que todas las ciudades con más de 500,000 habitantes requieren este tipo de instalaciones, aunque justo es decir que se registran casos de centros habitacionales con mucho menos población, que también las demandan por hallarse a distancias muy alejadas de los sitios donde la infraestructura para la disposición final de los residuos, es rentable ambiental, técnica y económicamente. En ese sentido, aplicando el raciocinio, la definición sobre la necesidad de contar con una estación de transferencia, implica realizar un análisis que permita precisar el radio de cobertura máximo, para el trasiego de la basura, entre las fuentes generadoras de basura y cualquier infraestructura para el manejo de ella; a partir del cual se determine la necesidad de su habilitación. El radio de cobertura se determinará, encontrando el punto de equilibrio del trasiego de la basura, lo cual sucederá cuando el tiempo de transporte unitario ejecutado por un sistema de transferencia, es menor que el de un vehículo recolector.

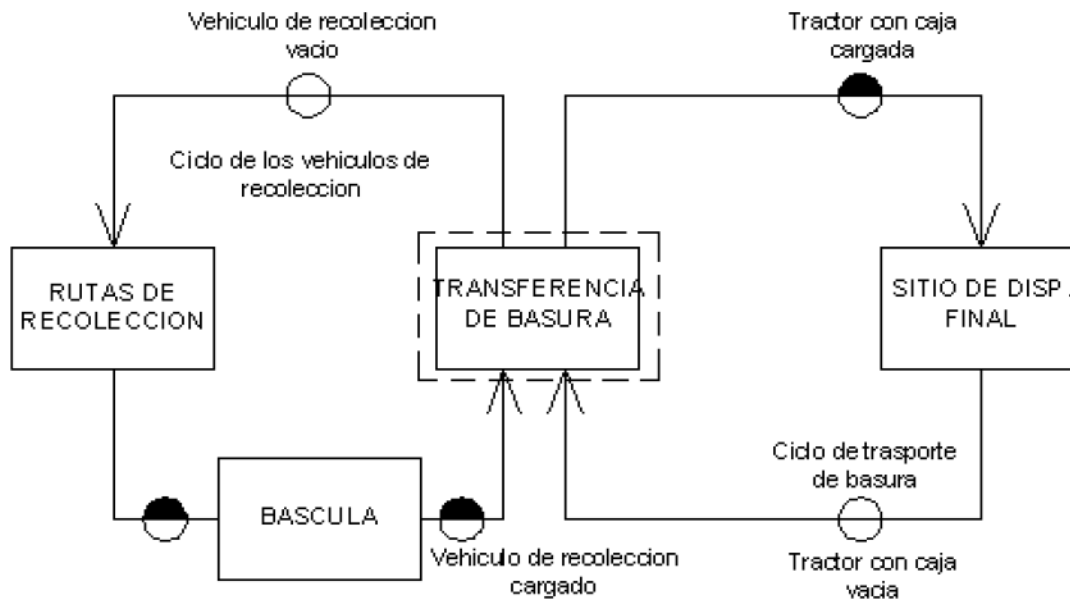
En la actualidad, el sistema de transferencia para residuos sólidos, se está volviendo una instalación fundamental para el manejo sustentable de los residuos en las grandes ciudades, debido tanto al crecimiento de la población urbana como al continuo alejamiento de los sitios de disposición final donde deben ser confinados; por tanto, el contar con estaciones de transferencia bien planeadas, adecuadamente ubicadas, técnicamente bien diseñadas, construidas convenientemente y eficientemente operadas; requiere de mayor atención.

Adicionalmente se debe señalar que es frecuente equipar este tipo de instalaciones, con áreas específicas destinadas al acopio y almacenamiento de subproductos reciclables, con alto valor comercial.

En cuanto a las unidades de transporte terrestre para el trasiego de los residuos, después de haber sido transferidos de los vehículos recolectores, dependiendo de su capacidad, pueden transportar una carga útil de residuos sólidos, de entre 10 y 30 toneladas de residuos por viaje, recibiendo en promedio, la basura de varias unidades de recolección.

La evaluación tecnológica de las diferentes opciones para realizar la transferencia de los residuos sólidos, determinó que el sistema de transferencia con descarga directa, empleando tolvas con varios canales de transbordo y con equipo de compactación fijo en el patio inferior de las tolvas (Canal de transferencia); es la opción que implica un menor costo de operación, una gran simplicidad operacional y un mejor control ambiental.

SISTEMA DE TRANSFERENCIA DE DESCARGA DIRECTA



B) SISTEMA DIRECTO

Este sistema consiste en el transbordo de los residuos sólidos de los vehículos recolectores mediante vaciado por gravedad a una carrocería descubierta, con una capacidad que varía de 10 a 30 toneladas. Los residuos dentro de la carrocería, son compactados mediante un émbolo que los presiona para lograr su mejor acomodo e incrementar su relación "peso-volumen". Posteriormente, mediante un sistema de rieles con mecanismo de arrastre o empleando una unidad motriz remolcadora, una vez que la carrocería de transferencia se encuentra ocupada totalmente con basura, se retira de la zona de transbordo sustituyéndose por una carrocería vacía, para ser colocada en el patio de embarque, en donde se conectará a una unidad motriz para su traslado a la instalación de tratamiento o al sitio de disposición final de residuos sólidos.

Los costos de operación para diferentes capacidades de transferencia de residuos sólidos, que incluyen tanto a los cargos fijos correspondientes a la infraestructura de la estación de transferencia, como a los cargos fijos y variables de los equipos requeridos para el transporte de los residuos; se presentan en los siguientes cuadros:

COSTOS DE OPERACIÓN CORRESPONDIENTES A LA INFRAESTRUCTURA

CAPACIDAD	INVERSIÓN		OPERACIÓN			COSTO UNITARIO (\$/TON)	COSTO PERCAPITA (\$/HAB/DIA)
	INFRAESTRUCTURA	EQUIPO	COSTO HORARIO	COSTO DIARIO	COSTO ANUAL		
<50 TON	\$ 3 265,000.00	\$ 2,250,000.00	\$ 1,083.23	\$ 10,832.28	\$ 3,379,671.04	\$ 216.65	\$ 0.17
50-100 TON	\$ 3,715,000.00	\$ 3,650,000.00	\$ 1,332.18	\$ 13,321.80	\$ 4,156,402.07	\$ 133.22	\$ 0.11
100-200 TON	\$ 5,035,000.00	\$ 3,650,000.00	\$ 2,067.24	\$ 20,672.42	\$ 6,449,793.60	\$ 103.36	\$ 0.08
200-500 TON	\$ 6,085,000.00	\$ 5,650,000.00	\$ 2,854.64	\$ 28,546.38	\$ 8,906,470.40	\$ 57.09	\$ 0.05

Los costos de operación, incluyen los siguientes conceptos:

- Recursos Humanos
- Implementos
- Herramientas y equipo
- Operación y mantenimiento de equipo y maquinaria
- Monitoreo ambiental
- Servicios (agua potable, drenaje, energía eléctrica, etc.)
- Gastos Extraordinarios (Fumigaciones)
- Mantenimiento del equipo neumático de compactación

CONTROL DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS.

Para cumplir con los fines descriptivos de la Agenda para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Urbanos del Municipio de León Guanajuato, deberá entenderse por “Tecnologías para el Control de los Residuos Sólidos”, todas aquellas tecnologías desarrolladas para la eliminación de los residuos sólidos, ya sea mediante la aplicación de procesos de tratamiento físicos, químicos y biológicos (con y sin la obtención de insumos aprovechables); o bien, a través del establecimiento de rellenos sanitarios tradicionales o acelerados. Se incluyen también los procesos mecánicos, semimecánicos y manuales para la segregación de subproductos, con el fin de darles algún valor agregado para su reuso o reciclaje, o bien para prepararlos como materia prima para algún proceso de tratamiento. Las diferentes tecnologías consideradas en la evaluación, se listan a continuación:

- Segregación de Subproductos.
- Digestión Aerobia (Composteo).
- Digestión Anaerobia (Metanización Controlada).
- Incineración.
- Pirolisis.
- Gasificación
- Relleno Sanitario (Tradicional, Biorreactor, otros).

Las fichas técnicas de las diferentes tecnologías incluidas en la evaluación y el análisis, se presentan en los anexos técnicos sección dos, señalando el objetivo, la descripción del proceso, las aplicaciones, así como las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

MARCO CONCEPTUAL PARA MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE LEÓN.

A continuación, se describe el Marco Conceptual propuesto para el manejo de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, generados en el territorio del Municipio de León, tanto para centros urbanos como para localidades rurales; el cual fue definido a partir de la evaluación integral de tecnologías para cada una de las etapas del manejo de los residuos sólidos, tomando en cuenta muy en particular el análisis económico y financiero realizado para las principales tecnologías de tratamiento y disposición final; considerando también las características étnicas, socioculturales, económicas, geográficas y de vías de comunicación; así como los parámetros obtenidos con los estudios de generación y caracterización física de los residuos sólidos urbanos; incluyendo los resultados de laboratorio que permitieron definir las características físico-químicas y el poder calorífico de los residuos muestreados.

MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN CENTROS URBANOS.

A continuación, se presenta la descripción del marco conceptual propuesto para el manejo de los residuos generados en los Centros Urbanos del Municipio de León.

BARRIDO

Barrido Manual.

Esta actividad, se realizará en plazas públicas, paseos peatonales, zonas céntricas y calles con alta actividad comercial, instrumentando los procedimientos señalados para modernizar y ordenar esta actividad; para lo cual se deben habilitar Centros de Transbordo de Barrido en las zonas donde hay demanda de este servicio, además de emplear los implementos de trabajo descritos en su oportunidad, haciendo especial énfasis en la utilización de carritos de barrido manual contruidos ergonómicamente, para beneficio del personal de barrido. Se sugiere que el equipamiento utilizado para cumplir con esta actividad, se deberá pintar de color amarillo tránsito, para darle notoriedad y una nueva identidad a este servicio, además de que lo llamativo del color obligue a mantener siempre aseados los equipos y los implementos de trabajo.

Las rutas de barrido manual se rediseñarán de acuerdo a los rendimientos señalados por la Organización Mundial de la Salud (OMS/OPS), iniciando y concluyendo en el Centro de Transbordo que le corresponda.

Barrido Mecánico.

El barrido mecánico solo se realizará en calzadas, libramientos y avenidas de gran desarrollo, preferentemente en horarios nocturnos, buscando que no haya vehículos estacionados en las vialidades, que obstruyan el trabajo de los equipos. Se sugiere la utilización de las barredoras de arrastre, ya que, en este tipo de vialidades en lugar de materiales ligeros, predominan la tierra, la arena y los polvos, materia que resulta muy “pesada” para las barredoras aspiradoras. Las unidades de barrido mecánico se pintarán de color amarillo tránsito, para hacerlas notorias y se obligue

ALMACENAMIENTO

Almacenamiento Domiciliario.

Para el almacenamiento de los residuos sólidos generados en casas-habitación, se recomienda el uso de recipientes de color naranja que sean resistentes, durables y con tapa, preferentemente de plástico rígido y con una capacidad de entre 40 y 50 litros. Si hay segregación de materiales con alto valor comercial, se utilizará un recipiente de color azul con las mismas características que el de color naranja. Así mismo, si hubiera segregación de subproductos orgánicos, estos se deberán almacenar en otro recipiente que tenga las mismas características de los anteriores, solo que de color verde.

Almacenamiento en Otros Sitios.

Se utilizarán contenedores de entre 1 y 2 m³ de capacidad en color naranja, ya sean metálicos o de plástico rígido, pero con tapa. La capacidad del contenedor, estará en función de la fuerza del dispositivo que, para su izamiento, tenga el vehículo recolector. Se respetará la misma convención de colores, que se aplicará para identificar a los recipientes que se utilizarán para el almacenamiento de los residuos sólidos generados en las casas-habitación. Esta convención de colores, no solo implica notoriedad (que puede ser la base para crear una nueva imagen institucional), sino también, el compromiso de mantener siempre aseados y limpios los contenedores, ya que dicha convención de colores, hace más evidente la falta de limpieza de los mismos.

RECOLECCIÓN

Recolección Domiciliaria.

La recolección de los residuos sólidos generados en casas-habitación, se deberá realizar empleando vehículos con carrocerías cerradas que tengan integrado un mecanismo para la compactación de los residuos, con el fin de incrementar la relación costo-eficiencia, que redundará en una disminución del costo unitario por tonelada de residuos recolectada. Por esta misma razón, es mejor utilizar vehículos con la mayor capacidad de carga posible (carrocerías compactadoras de hasta 16 m³ de capacidad volumétrica), siempre que lo permitan: la topografía, las pendientes de las calles, el tipo de las carpetas de rodamiento y los radios de giro permitidos por la red vial. Cuando no sea posible utilizar este tipo de vehículos, se podrá optar por unidades más pequeñas, siempre que estén equipadas con mecanismo de compactación.

Este tipo de vehículos, pueden utilizarse cuando se apliquen programas de recolección segregada o diferenciada, colocando una “pared interna” desmontable o abatible, entre la placa compactadora y la parte trasera de la unidad, de tal forma que se logre un espacio dentro de la carrocería entre la cabina y dicha placa, donde se puedan almacenar los residuos inorgánicos reciclables. De esta manera se evitará anexarle a la unidad de recolección, un remolque para coleccionar los subproductos reciclables; complicando el servicio de recolección al incrementar el radio de giro y la longitud de los vehículos recolectores, además de violentar su capacidad de carga y acelerar su desgaste.

Se deberá desterrar la práctica de utilizar vehículos sin dispositivos de compactación, como son los vehículos tipo volteo, camionetas de cualquier tipo y de redilas; no solo porque el costo unitario por tonelada recolectada es más elevado que el de los vehículos de compactación, sino también porque requieren el uso obligatorio de lonas para cubrir la carga y evitar que los residuos se dispersen sobre la vialidad. Además, en el sitio de disposición final los vehículos de redilas, toman un tiempo excesivo para realizar la descarga de los residuos, afectando la operación del sitio y encareciéndola al tener que ampliarse el frente de trabajo. Los vehículos tipo volteo, también generan graves problemas operacionales en el sitio de disposición final, puesto que el mecanismo de volteo de estos vehículos, no logra la altura suficiente para que los residuos se deslicen por peso propio, debiendo hacer varios movimientos de avance-retroceso para descargar la basura, lo cual puede provocar accidentes, volcamiento de la unidad y deterioro del patio de maniobras.

Recolección en Otros Sitios.

La recolección de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados en establecimientos industriales, de carácter comercial y de servicios en general; se deberá realizar empleando, vehículos con carrocerías compactadoras, ya sea de carga lateral, carga trasera y carga frontal, con mecanismo para el izamiento de contenedores que pueden tener una capacidad variable de 1 a 3 m³ de capacidad volumétrica. Excepto los vehículos de carga frontal, los cuales son específicos para realizar la colecta de residuos almacenados en contenedores; tanto los compactadores de carga lateral como los de carga trasera, pueden atender dentro de su ruta, tanto contenedores ubicados en lugares específicos, como establecimientos que almacenen sus residuos en otro tipo de recipientes. Por ninguna razón, deberán utilizarse vehículos tipo volteo y/o redilas, por las razones expuestas en el punto anterior.

Cuando el uso de vehículos con sistemas de compactación no sea recomendable, ya sea porque el residuo a coleccionar presente humedad en exceso o porque la palca compactadora de la carrocería pueda deteriorar los materiales transportados o simplemente por las propias necesidades del servicio a prestar; se recomienda el uso de vehículos de gran capacidad volumétrica sin mecanismos de compactación, como son las góndolas, los contenedores roll-on roll-off y los contenedores de grúa (Burritas); sobre todo estos últimos, ya que presentan una gran capacidad volumétrica y un dispositivo de carga y descarga de los contenedores, simple y muy práctico.

TRANSFERENCIA

De acuerdo con el análisis realizado para determinar la necesidad o no, de habilitar una estación de transferencia de residuos sólidos (A partir de la definición del punto de equilibrio del trasiego de los residuos), señalado en el texto introductorio a este capítulo de la Agenda; se determinó que cuando los vehículos recolectores, requirieran de un tiempo mayor a los 21 minutos para transportar los residuos hasta el sitio de disposición final, se justifica la construcción de una estación de transferencia, con el fin de recuperar la economía global del sistema de manejo de los residuos sólidos. Lo anterior, independientemente de la distancia y velocidad de tránsito que puedan desarrollar los vehículos, ya que estos atributos, dependerán del estado que guarden las vialidades que conduzcan al sitio de disposición final. Por tanto, aplicando este criterio, se podrá determinar en qué casos, se hace necesaria la habilitación de una estación de transferencia en el Municipio de León.

Ahora bien, el tipo de estaciones de transferencia a promover en territorio del municipio, serán de las denominadas de “Descarga Directa”, con uno o varios canales de transbordo, dependiendo de la cantidad de residuos a transferir, con sistema de compactación en la parte inferior de las tolvas de los canales de transbordo. Los equipos para la transferencia y transporte de los residuos sólidos, serán carrocerías cerradas tipo “cartucho” de 20 a 40 m³ de capacidad volumétrica, para transportar embarques de basura (gracias a la compactación que se logrará con el mecanismo compactador), de 15 a 30 toneladas. La elección de la capacidad de las carrocerías de transporte, dependerá fundamentalmente de la cantidad de residuos que recibirá la estación.

Las carrocerías conteniendo los residuos, una vez que se hayan llenado en su totalidad, serán retiradas de las tolvas de descarga de los canales de transbordo, para evitar encolamientos de los vehículos de recolección, empleando un sistema de rieles con poleas o utilizando remolcadores tipo aeropuerto. Los cartuchos o carrocerías conteniendo los residuos transferidos por los vehículos recolectores, serán trasladados al sitio de disposición final, mediante chasises plataforma o tracto camiones (5ª. Rueda), dependiendo del tonelaje de arrastre a trasladar.

VALORIZACIÓN Y APROVECHAMIENTO

Para promover la valorización de los residuos sólidos, se propone la utilización de instalaciones especializadas denominadas “Centros para la Segregación y Valorización de Residuos”; equipados con sistemas de bandas móviles en lugar de bandas de selección fijas, para tener una mayor versatilidad y un mayor margen de maniobra que redundará en incrementar los porcentajes de recuperación de subproductos aprovechables. Además, la instalación tendrá áreas específicas para el almacenamiento y acopio de subproductos con alto valor comercial, así como oficinas, baños, vestidores y áreas de proceso con equipos para la preparación, embalado, flejado y resguardo de los materiales recuperados, como son: molinos, compactadoras y flejadoras. El objetivo de estas instalaciones, es la recuperación de subproductos con alto valor comercial para su aprovechamiento como materia prima en diversos procesos industriales, así como el acondicionamiento de ciertas corrientes de residuos, buscando prepararlos para aplicar con éxito o con mejores expectativas, posteriores procesos de tratamiento que demandan solamente materiales biodegradables, con un mayor poder calorífico o con mayor contenido de carbono, solo por citar algunos de los atributos obligatorios para que ciertas tecnologías sean viables en nuestro país.

Los residuos que recibirá este tipo de instalaciones, serán preferentemente los que presenten mayores porcentajes de subproductos con alto valor comercial o los que hayan sido segregados desde el origen, privilegiando los subproductos inorgánicos que puedan ser aprovechados como materia prima o como materiales acondicionados para otros procesos. Incluso, podrán recibir materiales a granel sin separación previa, siempre que provengan de sectores poblacionales o de instalaciones, donde predominen los materiales inorgánicos.

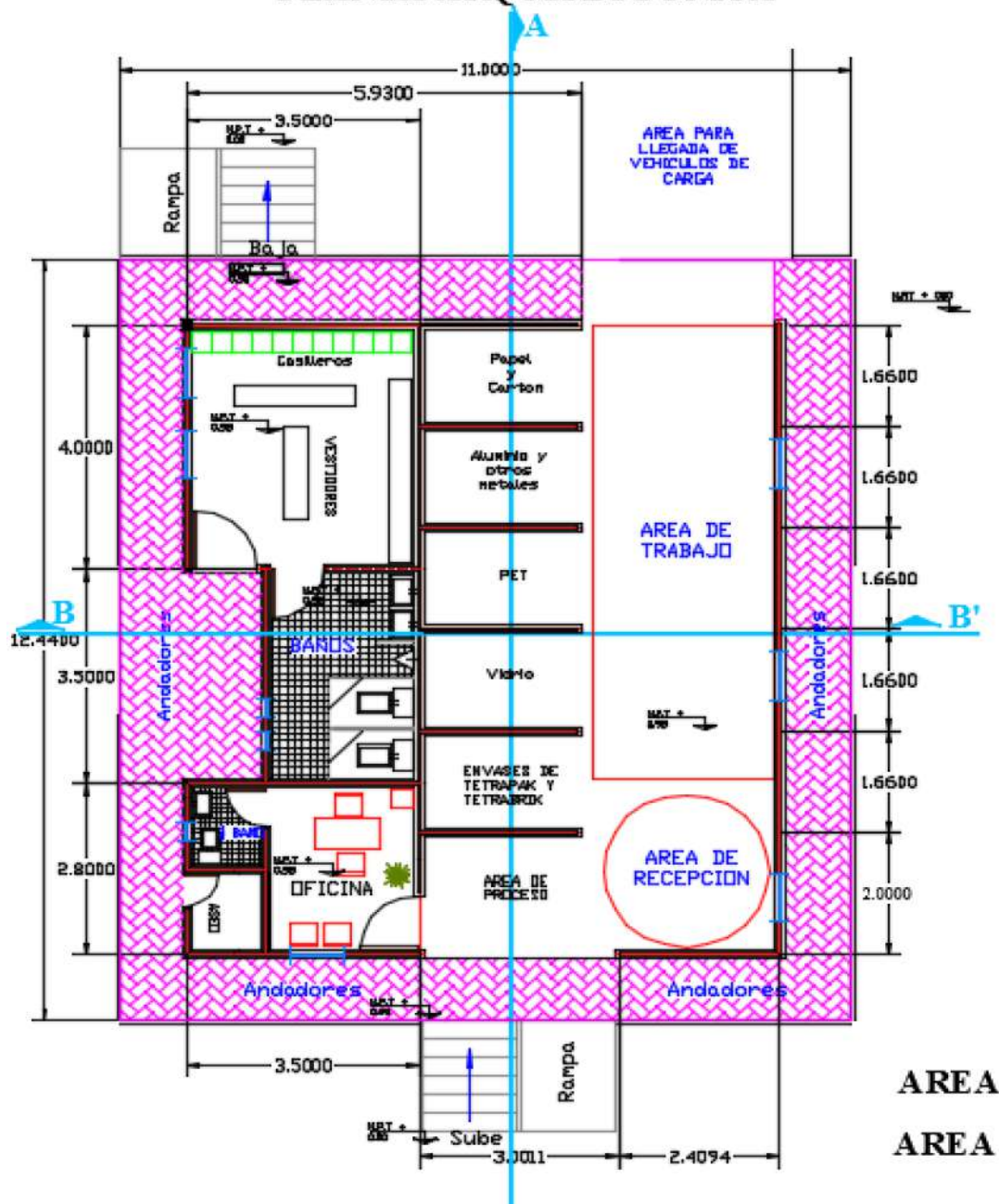
Después del proceso de segregación que se realizará en este tipo de instalaciones, los materiales inorgánicos sin valor comercial que quedarán como residual del proceso, se enviarán al relleno sanitario o hacia algún proceso de combustión controlada; la fracción orgánica segregada se utilizará para la producción de composta empleando cualquier tipo de proceso conocido (aerobio, anaerobio y lombricultura); mientras que los subproductos con alto valor comercial, se acondicionarán, embalarán y flejarán para su acopio mientras se consolida algún embarque para su aprovechamiento como materia prima.

Este tipo de instalaciones, se podrán localizar en sitios estratégicos para promover la cultura del reciclaje, también en lugares donde ya existan prácticas ciudadanas de recuperación de materiales comercializables, así como en zonas industriales donde los materiales recuperados tengan viabilidad de ser aprovechados como materia prima; o bien con el fin de reducir la ruta para el aprovechamiento de estos materiales al eliminar las etapas de recolección, transferencia y transporte, además de asegurar subproductos “limpios” al ser segregados en los lugares donde se generan. Así mismo, también podrán ser ubicados en las propias instalaciones de transferencia y en los propios rellenos sanitarios, donde además de cumplir con los objetivos antes señalados, servirán como centros de acopio ciudadanos, sobre todo cuando no existan otras opciones para la comunidad.

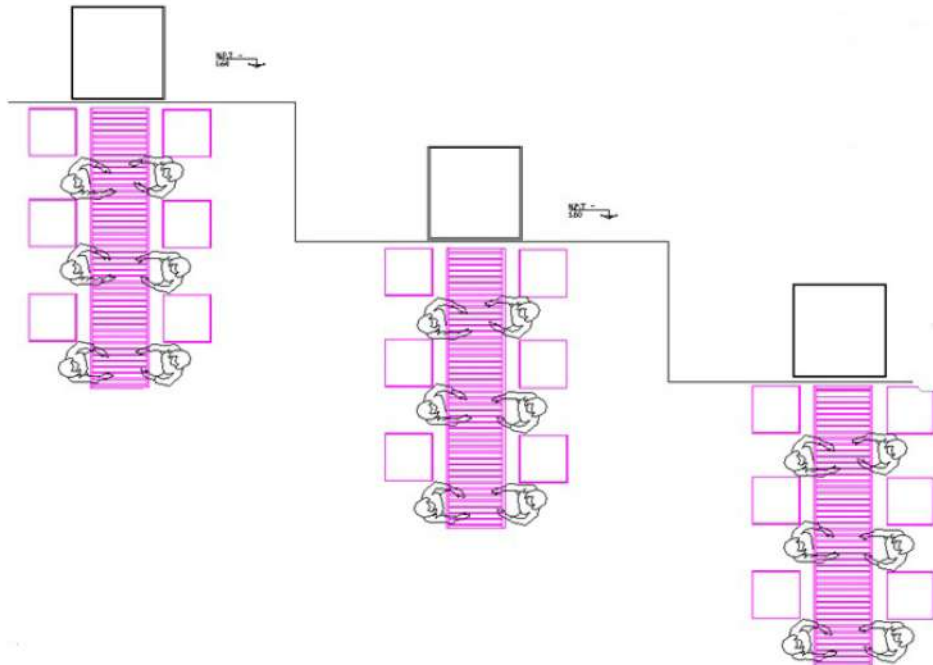
La capacidad de proceso de estas instalaciones, estará en función de las cantidades de residuos con las características antes señaladas, que puedan ser canalizados hacia ellas; pudiendo variar desde 5 hasta 7 toneladas por día, en un turno de 8 horas. A continuación, se presenta la ficha técnica de un Centro de Segregación y Valorización de Residuos para una capacidad de proceso instalada de 6.5 Ton. /día, así como las ilustraciones del proceso descrito.

**CENTRO DE SEGREGACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS
(ÁREA DE OFICINAS, PROCESO Y ACOPIO)**

PLANTA ARQUITECTONICA



CENTRO DE SEGREGACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS (ÁREA DE OFICINAS, PROCESO Y ACOPIO)



FICHA TÉCNICA DEL CENTRO DE SEGREGACIÓN Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS	
OBRA CIVIL	
ÁREA TOTAL	1500M ²
ÁREA CONSTRUIDA	136.84M ² .
CAPACIDAD DE OPERACIÓN	6.5 TON/DÍA.
EQUIPOS PARA EL PROCESO	
CONTENEDORES MÓVILES PARA TRASIEGO DE MATERIALES RECUPERADOS	CAPACIDAD DE 1M ³ DE POLIETILENO DE MEDIA DENSIDAD.
PRENSA	DE ACERO Y DESMONTABLE.
MOLINO PARA PET Y OTROS PLÁSTICOS	CON MOTOR TRIFÁSICO DE 5HP
FLEJADORA AUTOMÁTICA	VOLTAJE: 220V, MONOFÁSICA, CONSUMO DE 850W.
TRANSPORTADORA MÓVIL	LONGITUD DE 6M, CON MOTOR DE 1.4 HP.
BASCULA DE PISO	CON CAPACIDAD MÁXIMA DE 500KG.
EQUIPOS COMPLEMENTARIOS	
VEHÍCULO PARA TRANSPORTE DE MATERIAL DE RECHAZO	MARCA ISUZU CON CAPACIDAD DE CARGA DE 3.8 TON.
MECANISMO DE CARGA DE MATERIAL DE RECHAZO	SISTEMA ROLL-ON PARA CARGA Y DESCARGA INCLUYE CONTENEDOR DE 6M ³
MONTACARGAS	TRACCIÓN DE ORUGA, MARCA BOBCAT, POTENCIA DEL MOTOR DE 74HP

ELIMINACIÓN Y/O DISPOSICIÓN FINAL

Se recomienda el establecimiento de rellenos sustentables, también conocidos como rellenos acelerados o biorrellenos metanogénicos. La conceptualización de esta tecnología, implica en su diseño, construcción y operación, el desarrollo de una especie de biodigestor, que además de generar biogás factible de ser aprovechado, produce un mejorador orgánico de suelos conocido como composta.

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 3 veces su vida normal, tratar eficientemente los lixiviados y acelerar la producción de biogás (cuando los sistemas son anaerobios). Por lo anterior, se puede concluir que esta tecnología, promueve y acelera la estabilización de la materia orgánica, mediante la adición de humedad en forma constante y uniforme en toda la masa de los residuos contenidos.

Además de lo anterior, una diferencia clave de los biorrellenos metanogénicos con respecto a otro tipo de rellenos, radica en su planeación ya que propone la creación de estructuras modulares que conforme se vayan ocupando, se irán equipando para el aprovechamiento del biogás e incluso se habilitarán como espacios recreacionales, mientras se están operando otras células modulares; todo esto en lugar de construir grandes macroceldas donde la basura se masifica al tener una vida útil extrema que dificulta su capitalización, exponiendo la infraestructura de impermeabilización a un acelerado deterioro al no ser utilizada con prudencia y efectividad, ya que puede permanecer mucho tiempo expuesta a los agentes erosivos, encareciendo la operación al tener infraestructura pasiva; y poniendo en riesgo la propia sustentabilidad de la instalación, ya que será muy difícil poder operarla convenientemente, con semejantes fallas conceptuales.

En cuanto al biogás, se deberán conservar los conceptos que se han aplicado para su control en el sitio de disposición final que opera en el Municipio de León; ya que para dar cumplimiento a la NORMA-083, primeramente el biogás no se ventea sino que es quemado y/o aprovechado para generar energía eléctrica, además el diseño y la habilitación de las estructuras construidas con cuerpos permeables consistentes y de mayor sección que las tuberías, provoca que el biogás se mueva por sí mismo a través de ellas, al buscar las zonas de menor resistencia a su movimientos; lo cual no solo permitirá que la interconexión entre los cuerpos sea más simple, sino que la conducción, quema y aprovechamiento se facilite y se continúe dando cumplimiento a la norma antes mencionada.

MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN ZONAS RURALES.

A continuación, se presenta la descripción del marco conceptual propuesto para el manejo de los residuos generados en las Zonas Rurales del Municipio de León.

BARRIDO

No habrá barrido mecánico, a menos que se justifique por existir vialidades que lo requieran, en cuyo caso se aplicarán los criterios señalados para los centros urbanos, que correspondan a esta actividad.

El barrido manual, se aplicará en plazas públicas, zonas céntricas y calles con alta actividad comercial, instrumentando los procedimientos señalados para modernizar y ordenar esta actividad; para lo cual se habilitarán Centros de Transbordo de Barrido en las zonas donde hay demanda de este servicio, además de emplear los implementos de trabajo descritos en su oportunidad, haciendo especial énfasis en la utilización de carritos de barrido manual contruidos ergonómicamente, para beneficio del personal de barrido. Se sugiere que el equipamiento utilizado para cumplir con esta actividad, se deberá pintar de color amarillo tránsito, para darle notoriedad y una nueva identidad a este servicio, además de que lo llamativo del color obligue a mantener siempre aseados los equipos y los implementos de trabajo.

Las rutas de barrido manual se diseñarán de acuerdo a los rendimientos señalados por la Organización Mundial de la Salud (OMS/OPS), iniciando y concluyendo en el Centro de Transbordo que le corresponda.

ALMACENAMIENTO

Almacenamiento Domiciliario.

Inicialmente, para el almacenamiento de los residuos sólidos generados en casas-habitación, se recomienda el uso de recipientes de color naranja que sean resistentes, durables y con tapa, preferentemente de plástico rígido y con una capacidad de entre 40 y 50 litros. En una segunda etapa, se promoverá la separación obligatoria en residuos de alto valor comercial y el resto. Para los primeros se utilizará un recipiente de color azul con las mismas características ya mencionadas y para el resto de la basura, se usará el mismo recipiente de color naranja que se utilizó en la primera etapa como recipiente único. Para una tercera etapa, se seguirá utilizando un recipiente de color azul para los residuos con alto valor comercial, se promoverá el uso de un recipiente de color verde para almacenar los residuos orgánicos, mientras que el recipiente de color naranja se utilizará para resguardar los residuos restantes.

Almacenamiento en Otros Sitios.

Se utilizarán contenedores de entre 500 y 100 litros de capacidad en color naranja, ya sean metálicos o de plástico rígido, pero con tapa. La capacidad del contenedor, estará en función de cantidad de residuos que se genere en la instalación que se trate. Se respetará la misma convención de colores, que se aplicará para identificar a los recipientes que se utilizarán para el almacenamiento de los residuos sólidos generados en las casas-habitación. Esta convención de colores, no solo implica notoriedad (que puede ser la base para crear una nueva imagen institucional), sino también, el compromiso de mantener siempre aseados y limpios los contenedores, ya que dicha convención de colores, hace más evidente la falta de limpieza de los mismos.

posición final. Se les podrá agregar un segundo piso, compuesto por una especie de “jaula”, para facilitar la colecta y el transporte de los residuos con alto valor comercial segregados en origen. De esta manera se evitará anexar al vehículo de recolección, un remolque para coleccionar materiales reciclables, complicando el servicio de recolección al incrementar el radio de giro y la longitud de los vehículos recolectores, además de violentar su capacidad de carga y acelerar su desgaste.

Se deberá desterrar la práctica de utilizar vehículos fabricados para otros fines, como son los vehículos tipo volteo, camionetas de cualquier tipo y de redilas; no solo porque el costo unitario por tonelada recolectada es más elevado que el de los vehículos propuestos, sino también porque en el sitio de disposición final los vehículos de redilas, toman un tiempo excesivo para realizar la descarga de los residuos, afectando la operación del sitio y encareciéndola al tener que ampliarse el frente de trabajo; mientras que los vehículos tipo volteo, generan graves problemas operacionales en el sitio de disposición final, puesto que el mecanismo de volteo de estos vehículos, no logra la altura suficiente para que los residuos se deslicen por peso propio, debiendo hacer varios movimientos de avance-retroceso para descargar la basura, lo cual puede provocar accidentes, volcamiento de la unidad y deterioro del patio de maniobras.

Recolección en Otros Sitios.

La recolección de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial generados en establecimientos de carácter comercial y de servicios en general; se deberá realizar empleando los mismos vehículos propuestos a base de remolques jalados por una unidad agregada. En estos casos, se requerirá de una unidad motriz con la potencia suficiente, para transportar contenedores de entre 500 y 1000 lts. de capacidad.

RECOLECCIÓN

Recolección Domiciliaria.

La recolección de los residuos sólidos generados en casas-habitación, se deberá realizar empleando vehículos con mecanismo de compactación integrado. Cuando las características de las vialidades impidan el uso de estos vehículos, se utilizarán remolques movilizados por los propios usuarios, por animales de carga o por unidades motrices tales como: los tractores agrícolas, los bicislos con uno o dos ejes y las motonetas de tres o cuatro ruedas. Es importantísimo que estas unidades estén cubiertas con una lona, además de contar con un mecanismo de volteo para facilitar la descarga de los residuos en el sitio de dis-

TRANSFERENCIA

Para el manejo de los residuos en zonas rurales, no se requerirá del respaldo de estaciones de transferencia, debido a que las distancias de trasiego de los residuos, difícilmente rebasan los 30 minutos de viaje de traslado.

VALORIZACIÓN, APROVECHAMIENTO Y DESTINO FINAL

Para la fase final del manejo de los residuos sólidos en las zonas rurales, no se propone el uso de rellenos sanitarios, ya que se aprovechará que la separación de los residuos en donde se generan será obligatoria, lo cual dará pauta para promover la utilización de ciertas prácticas para el aprovechamiento de los residuos, por lo que no será necesario el establecimiento de las instalaciones ya mencionadas. Por tanto, para fortalecer esta propuesta, se promoverá la valorización de los residuos sólidos mediante la utilización de instalaciones especializadas denominadas “Centros para la Segregación y Valorización de Residuos”; equipados con sistemas de bandas móviles en lugar de bandas de selección fijas, para tener una mayor versatilidad y un mayor margen de maniobra que redundará en incrementar los porcentajes de recuperación de subproductos aprovechables. Además, la instalación tendrá áreas específicas para el almacenamiento y acopio de subproductos con alto valor comercial, así como oficinas, baños, vestidores y áreas de proceso con equipos para la preparación, embalado y flejado y resguardo de los materiales recuperados, como son: molinos, compactadoras y flejadoras. El objetivo de estas instalaciones, será la recuperación de tres diferentes corrientes de subproductos, como a continuación se indica: Subproductos con alto valor comercial, Subproductos orgánicos y Subproductos inorgánicos sin valor comercial.

Los residuos que recibirá este tipo de instalaciones, serán en un principio residuos a granel, después recibirá los residuos separados en dos corrientes (Con alto valor comercial y el resto) y finalmente en tres corrientes (Con alto valor comercial, orgánicos y el resto).

Después del proceso de segregación que se realizará en este tipo de instalaciones, los materiales inorgánicos sin valor comercial que quedarán como residual del proceso, se compactarán, flejarán y se almacenarán esperando consolidar embarques para ser enviados como combustible alternativo a las plantas cementeras; la fracción orgánica segregada se utilizará para la producción de composta empleando cualquier tipo de proceso conocido (aerobio, anaerobio y lombricultura); mientras que los subproductos con alto valor comercial, se acondicionarán, embalarán y flejarán para su acopio mientras se consolida algún embarque para su aprovechamiento como materia prima.

Este tipo de instalaciones, se podrán localizar en sitios estratégicos para promover la cultura del reciclaje o en lugares donde ya existan prácticas ciudadanas de recuperación de materiales comercializables; con ello, se asegurará contar con subproductos “limpios”, al ser segregados en los lugares donde se generan. La idea es que además sean vista por la población, como centros de acopio ciudadanos.

La capacidad de proceso de estas instalaciones, estará en función de las cantidades de residuos con las características antes señaladas, que puedan ser canalizados hacia ellas; pudiendo variar desde 5 hasta 6.5 toneladas por día, en un turno de 8 horas. La ficha técnica de un Centro de Segregación y Valorización de Residuos para una capacidad de proceso instalada de 6.5 Ton. /día, ya fue reportada en el subcapítulo anterior.