

CAPÍTULO II

SITUACIÓN ACTUAL

2.1 Generación de residuos sólidos municipales

La generación de basura está determinada por el comportamiento de distintos agentes, que para efectos del presente estudio se dividen en: domésticos, comerciales e industriales

2.1.1 Residuos domiciliarios

La población generadora objeto del presente estudio, está conformada por los habitantes de Celaya y de las 41 comunidades rurales a las que se les presta el servicio. De acuerdo con información del INEGI, con datos de 1950 a 1995, las proyecciones de la población urbana y rural para 1998 en el área de estudio, son de 297 y 55 mil habitantes, respectivamente.

Considerando que la generación de basura está en función del tamaño de la población, pero también de los patrones de consumo, del nivel de ingreso y del estrato socioeconómico al que pertenece, se identificaron tres niveles en la zona urbana, mismos que se relacionaron con la población anteriormente estimada. De esta manera, se tiene la distribución por estrato socioeconómico que se presenta en el cuadro 2.1

Cuadro 2.1 Distribución de la población en el área de estudio (1998).

	Porcentaje	Población
Población urbana		
Estrato alto	12	35,688
Estrato medio	27	80,298
Estrato bajo	61	181,413
Población rural		
Estrato bajo	100	55,052
Total		352,451

Fuente: Elaborado con información de INEGI. Detalle en Anexo 1.

Una vez determinada la población actual, para estimar la generación de residuos de la población, se relaciona con la generación per cápita. Para lo anterior, el equipo evaluador realizó un muestreo de los residuos generados por los distintos estratos en los que se dividió a la población con objeto de determinar su generación y peso volumétrico. Los resultados se muestran en el cuadro 2.2.

Cuadro 2.2 Generación de residuos de la población en el área de estudio (1998)

	Población (habitantes)	Generación (kg./hab)	Peso volumétrico (kg/m ³)	Generación (Ton/día)
Estrato alto	35,688	0.840	303.4	29.98
Estrato medio	80,298	0.687	295.0	55.16
Estrato bajo	181,413	0.475	311.6	86.17
Población rural	55,052	0.475	303.4	26.15
Total	352,451			197.46

Fuente : Elaboración propia con información de campo.

Con estos datos se obtuvo que la generación de residuos por la población en el área de estudio es de 197.4 toneladas al día en promedio.

2.1.2 Residuos comerciales

El segundo componente en la generación de basura para el área de estudio, la constituyen los comercios existentes ya que cada uno de ellos y de acuerdo al giro al que pertenezcan, generará cierta cantidad de residuos.

Para estimar los volúmenes de basura que se generan por este concepto, se consultó la base de datos de la Tesorería Municipal de Celaya, en la cual se tienen registrados a los distintos tipos de comercios autorizados en la ciudad.

De acuerdo al padrón, en la ciudad de Celaya existen 12,147 establecimientos de distintos giros comerciales, los cuales se agruparon en 13 grandes grupos que se presentan en el cuadro 2.3.

Una vez determinado el número de comercios, lo siguiente es contabilizar su generación per cápita. Para lo anterior, se tomó como referencia el estudio "Proyecto Ejecutivo para la Construcción del Relleno Sanitario de la Ciudad de Celaya " realizado en 1994, en el que se analizan los distintos tipos de comercios y se llega a la generación de basura por tipo de establecimiento.

La información del estudio mencionado se complementó con trabajo de campo para actualizar los datos de 1994 a 1998 y el padrón de establecimientos comerciales. Los resultados se muestran en el cuadro 2.3.

Cuadro 2.3 Generación de residuos comerciales en la ciudad de Celaya, Guanajuato (1998)

Giro comercial	Número	Generación (kg./día)	Generación total (ton/día)
Abarrotes, cervezas, vinos y licores	6,522	2.08	13.57
Ropas y novedades	653	2.39	1.56
Farmacéutica	233	1.41	0.33
Papelerías,	575	3.08	1.77
Estéticas, peluquerías	195	2.77	0.54
Zapaterías	155	1.64	0.25
Refacciones	1,459	2.64	3.85
Material de construcción	297	1.94	0.58
Mercería, bonetería y similares	197	2.45	0.48
Mueblerías y art. Para hogar	455	1.97	0.90
Fotográfico	56	2.66	0.15
Carne de res y otras especies	750	3.50	2.63
Productos de cajeta y otros	600	2.23	1.34
Total de establecimientos	12,147		27.94

Fuente: Elaborado con información proporcionada por la Tesorería Municipal de Celaya, trabajo de campo y el estudio de referencia.

La generación estimada de basura por otros establecimientos comerciales como mercados, centrales de abasto, hoteles, restaurantes y áreas públicas calculadas siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, se presentan en el cuadro 2.4.

Cuadro 2.4 Generación de otros establecimientos comerciales en la ciudad de Celaya, Guanajuato (1998)

Giro comercial	Número	Generación (kg./día)	Generación total (ton/día)
Mercados	7	1,500	10.50
Central de abastos	1	10,000	10.00
Restaurantes	81	40.00	3.24
Hoteles de 3 a 5 estrellas	10	100.00	1.00
Hoteles de 2 estrellas	35	60.00	2.10
Áreas públicas ^a	1	20,000	20.00
Total de establecimientos	135		46.84

Fuente: Elaborado con información proporcionada por la Tesorería Municipal de Celaya, trabajo de campo y el estudio de referencia.

Nota: ^a/ Parques, jardines, camellones, calles y avenidas.

2.1.3 Residuos industriales

Los residuos que se generan por la actividad industrial antes de confinarse tienen que pasar por un control previo para determinar si pueden ser depositados junto a los residuos sólidos urbanos. En caso de que no sea posible el confinamiento conjunto, se les da un tratamiento especial y se confinan en lugares previamente autorizados.

Para el caso de Celaya, no se tiene una caracterización de los residuos industriales que permita estimar cuántos de los residuos que se generan por la actividad industrial se pueden asimilar a urbanos y consecuentemente confinarse en el mismo sitio. Ante esta situación y por la magnitud de la tarea que ello significa, el equipo evaluador recomienda realizar un estudio específico sobre la generación de basura industrial. Adicionalmente, la industria se encuentra localizada en un corredor que involucra a varios municipios que cuentan con sistemas de limpia independientes. Por ello, el pronóstico de la generación de basura en la ciudad de Celaya, estará subestimado en lo relativo al giro industrial.

2.1.4 Generación total de residuos

En resumen, el total de basura que se estima se genera en la ciudad de Celaya y las comunidades rurales a las que se les presta el servicio se presenta en el cuadro 2.5.

Cuadro 2.5 Generación total estimada en la ciudad de Celaya, Guanajuato (1998).

Concepto	Generación (ton/día)	Generación (ton/año)
Generación doméstica	197.46	72,072.9
Generación comercios	27.94	10,198.1
Generación otros establecimientos	46.84	17,096.6
Total de establecimientos	272.24	99,367.6

Fuente: Elaboración propia.

En total de acuerdo a las proyecciones realizadas se tiene que para 1998 se estarían generando 99,367 toneladas de basura

2.2 Recolección de residuos sólidos

Para realizar la recolección de la basura generada por la población y las actividades comerciales de la ciudad, la DSM cuenta con 30 camiones

recolectores los cuales cubren las 73 rutas en las que se ha dividido la ciudad y cuya frecuencia de recolección es cada tercer día.

Sobre el particular, de acuerdo a observaciones en campo se detectó que algunas rutas de recolección se encuentran traslapadas en la zona urbana, situación que obliga a los camiones recolectores a trasladarse a distintos puntos de la ciudad para cubrir la ruta asignada, impactando directamente en los costos de recolección y transporte.

En lo que respecta al parque vehicular con que cuenta el organismo operador, este se compone por unidades equipadas con distintos sistemas para realizar la recolección, predominando el sistema de carga con compactación. En el cuadro 2.6 se presenta en resumen, el equipo utilizado para recolectar los residuos en la ciudad de Celaya, así como la capacidad de carga de los mismos.

Cuadro 2.6 Equipo de recolección para la ciudad de Celaya

Unidades	Equipo	Modelo	Combustible	Capacidad (toneladas)
8	Compactador	1992	Gasolina	1.5
9	Compactador cilíndrico	1983	Gasolina	6
1	Compactador cilíndrico	1977	Gasolina	6
3	Compactador cilíndrico	1987	Diesel	7
3	Compactador cuadrado	1990	Diesel	7
1	Plataforma hidráulica	1980	Gasolina	5
2	Plataforma hidráulica	1992	Diesel	5
1	Tolva	1985	Diesel	8
1	Redilas	1993	Gasolina	2
1	Contenedores	1992	Gasolina	1.5

Fuente: Dirección de Servicios Municipales de Celaya

De acuerdo con la información del cuadro 2.6, la capacidad instalada para recolectar residuos es de aproximadamente 140.5 toneladas por cada acarreo que realicen los 30 vehículos que componen el parque vehicular del organismo operador.

Como parte del parque vehicular, existen 8 camiones recolectores que se conocen como “mini recolectores”, ya que se trata de camionetas con chasis de tres toneladas de capacidad, equipadas con caja recolectora y compactador con un peso de 2 toneladas y capacidad para recolectar 1.5 toneladas. Esto lleva a identificar la siguiente problemática:

- Costos frecuentes por concepto de mantenimiento del chasis del camión recolector debido al sobre peso a que es sometido, ya que de acuerdo a

las especificaciones del fabricante, el chasis es para un máximo de tres toneladas de carga y en operación soporta más de 3 toneladas (2 del contenedor más 1.8⁶ de basura, aproximadamente).

- De acuerdo a la información obtenida en trabajo de campo, en el cual se midió el kilometraje empleado por estos camiones para efectuar recolección y transporte de residuos, se tiene que en promedio, del total de kilómetros que recorre al día, el 10% lo dedica a recolección y el restante 90% para su transportación, con un chofer y dos operarios.
- El promedio de residuos que recolecta un camión de este tipo es de 3.6 toneladas, distribuidas en dos viajes por una jornada de trabajo de 8 horas aproximadamente.

2.2.1 Métodos de recolección

La recolección de residuos se lleva a cabo utilizando los métodos de recolección de esquina y de contenedores. La descripción de cada uno de estos se presenta a continuación:

a) Recolección directa

En este sistema interviene un operario llamado “campanillero”, el cual se anticipa 5 minutos aproximadamente al paso del camión, llamando con una campana para que la gente saque su basura, contenida generalmente en bolsas plásticas tipo supermercado y las deposite en las esquinas previamente asignadas para tal efecto.

El servicio de recolección directa se da principalmente a las casas habitación, comercios y para captar los residuos que se obtienen por la limpieza de calles y avenidas. En la figura 1.1 se muestra el sistema de recolección directa.

6 De acuerdo a las especificaciones del fabricante, el contenedor es para una capacidad de 1.5 toneladas, sin embargo los operarios para disminuir los tiempos en recolección sobrecargan el contenedor.



Figura 1.1. Método de recolección directa

Con el método de esquina se realiza el 85% de la recolección que lleva a cabo el organismo operador.

b) Contenedores

El método de contenedores se utiliza en espacios donde se concentran “altos generadores” como es el caso de unidades habitacionales, mercado de abastos, eventos especiales y para captar los residuos que se generan por el barrido mecánico de calles y avenidas.

La recolección se realiza mediante un vehículo que distribuye a los sitios previamente designados, los contenedores vacíos y una vez llenos los remolca hasta el sitio de disposición final.

Para tal efecto, el organismo operador cuenta con 5 contenedores con los que se recolectan 10 toneladas en promedio por día.

2.2.2 Recolección privada

Como se mencionó con anterioridad, existe un sistema de recolección privado llamado “Unión de Recolectores Voluntarios de la Ciudad de Celaya”

El servicio que prestan los integrantes de la “unión” es sin cargo al municipio, ya que el ingreso que recibe cada operador de este tipo, se limita a las propinas que reciben de la población. De acuerdo a información proporcionada por la DSM, el censo de particulares es de 42 vehículos que recolectan y transportan al tiradero 77 toneladas de basura en promedio al día.

El municipio a través del organismo operador del servicio de limpia, cobra a los servicios particulares de recolección una tarifa de \$125 (de octubre de 1998) al mes por los derechos de descarga al tiradero y, en promedio, cada recolector privado dispone 1.83 toneladas de basura al día.

Dado que los recolectores privados no cuentan con “reglas claras” para prestar el servicio, se origina una competencia con las rutas establecidas por el servicio de limpia operadas por la DSM, lo que afecta negativamente el servicio debido a la invasión de rutas, situación que ocasiona que los camiones municipales no operen al 100% de su capacidad. Esta situación impacta directamente los costos de recolección y transporte.

2.2.3 Recuperación de materiales

Actualmente, los residuos que se recolectan y transportan hasta el tiradero municipal se confinan prácticamente como se generaron. No se detectó pepena de “importancia” en el proceso de recolección y la recuperación en origen, transporte y disposición final, se limita al aluminio, cartón y vidrio, lo cual representa aproximadamente el 2% del volumen generado y recolectado, de acuerdo a información de la DSM.

Lo anterior, impacta directamente en el sitio de disposición final de los residuos ya que el volumen requerido para confinar aumenta, reduciendo la capacidad del actual tiradero o futuros sitios de disposición final. Los materiales que componen la basura representan posibilidades de reciclaje que podrían representar ingresos y una reducción en el volumen del espacio requerido en el sitio de confinamiento. Sin embargo, para tal efecto es necesaria la selección y clasificación controlada de los distintos subproductos.

2.2.4 Recolección total

La recolección total de residuos en la ciudad de Celaya, está integrada por la recolección que se capta mediante el parque vehicular con que cuenta el organismo operador, así como lo que recolectan los integrantes de la “Unión de Recolectores Voluntarios”.

El porcentaje de cobertura en lo que respecta al ciclo de recolección y transporte de residuos es del orden del 98 % de la generación, de acuerdo a estimaciones de la propia DSM.

En el cuadro 2.7 se presentan las cifras de recolección total en el área de estudio, comparadas con la generación total estimada y el porcentaje de recuperación de materiales.

Cuadro 2.7 Recolección total promedio de residuos en la ciudad de Celaya, Guanajuato (1998).

Concepto	Toneladas/día
Recolección municipal	188.5
Recolección privada	77
Recuperación de materiales	2.7
Generación estimada	272.24
Déficit en recolección	4.09

Fuente: Elaboración propia complementada con información de campo y de la DSM.

De acuerdo a las cifras mostradas en el cuadro 2.7, se tiene un déficit de 4.09 toneladas de basura como resultado del balance generación-recolección. La basura que no se recolecta es depositada por los propios generadores en tiraderos clandestinos.

Con objeto de identificar la presencia de tiraderos clandestinos, el equipo evaluador efectuó un recorrido por la periferia de la ciudad de Celaya, detectándose 4 tiraderos de este tipo. En la figura 2.2 se presenta una fotografía de los tiraderos clandestinos identificados en el trabajo de campo realizado.



Figura 2.2 Tiradero clandestino en la ciudad de Celaya, Guanajuato

2.3 Disposición final

Para la disposición final de los residuos recolectados en el área de estudio, la DSM cuenta con un sitio de confinamiento, ubicado en un predio localizado sobre la carretera Celaya-Salamanca, a 8 kilómetros de la mancha urbana de Celaya. En la figura 2.3 se muestra la localización del predio.



Figura 2.3 Localización del actual sitio de confinamiento de los residuos sólidos en Celaya

El sitio de confinamiento actual, construido en 1993 cuenta con una extensión aproximada de 3.5 hectáreas. En esa época se proyectó que tendría una vida útil de 3 años. A la fecha se continúa depositando basura en el predio, mediante la construcción de una “pirámide” que a la fecha tiene una altura de 9 metros sobre el nivel del suelo. Con esta optimización se logró aumentar la vida del predio, misma que terminará en los próximos seis meses aproximadamente, de acuerdo a las estimaciones realizadas por la DSM y el equipo evaluador.

En el actual sitio de disposición final existen 72 pepenadores autorizados a trabajar de 7 a 18 horas, que recuperan materiales en el sitio como plástico PET, cartón aluminio y hoja de lata (fierro), lo que entorpece las labores de manejo del “relleno sanitario” (figura 2.4).

La operación actual del confinamiento se describe a continuación:

- Existe un encargado de sitio que indica a los operadores de los camiones recolectores el frente de trabajo del día para que depositen los residuos recolectados.
- Posteriormente, el operador de la maquinaria (tractor de orugas D8) distribuye la basura y la compacta con dos pasadas del tractor. Al final del día se cubren los residuos con una capa de tierra compactada con el mismo equipo.



Figura 2.4 Descarga de residuos en tiradero actual y actividad de pepena

Las condiciones actuales de operación corresponden a las de un tiradero a cielo abierto “semi controlado”, ya que la disponibilidad de material de cubierta no es suficiente para todos los residuos. La cubierta final no es homogénea en todo el frente de trabajo.

De acuerdo a la información de la Comisión Nacional del Agua (CNA), el nivel estático de los mantos freáticos en la zona se encuentra a 70 metros de profundidad aproximadamente, y a la fecha no se cuenta con información sobre problemas de contaminación cuyo origen se atribuya a la generación de lixiviados en el actual tiradero.

2.4 Proyección de la generación de residuos sólidos

Para determinar los volúmenes de basura futuros se tomó en cuenta que la producción de residuos sólidos está ligada al crecimiento natural de la población, al estrato socioeconómico al que pertenece y al crecimiento comercial en la entidad, entre otros factores. Por ello, para estimar el volumen futuro se utilizaron las tasas de crecimiento de población y comercio que se presentan en el cuadro 2.8.

Cuadro 2.8 Tasas de crecimiento utilizadas para proyectar la generación de residuos en Celaya, Guanajuato.

Tasa de crecimiento en porcentaje	
Población urbana	
Estrato alto	0.9
Estrato medio	1.3
Estrato bajo	1.6
Población rural	1.6
Comercio	1.0
Áreas públicas	1.0

Fuente: Elaboración propia con información de INEGI.

Una vez aplicadas las tasas de crecimientos presentadas en el cuadro anterior, los resultados de la proyección se muestran en el cuadro 2.9

Cuadro 2.9 Generación de residuos sólidos proyectados en Celaya, Guanajuato 1998-2003 (toneladas/año).

	1998	2000	2002	2003
Doméstico alto	10,942	11,129	11,319	11,415
Domestico medio	20,135	20,642	21,161	21,425
Domestico bajo	31,453	32,488	33,357	34,104
Rural	9,545	9,859	10,183	10,349
Comercio	27,294	27,843	28,403	28,687
Total	99,369	101,960	104,622	105,981

Fuente: Elaboración propia. Detalle en Anexo 2.

2.5 Diagnóstico de la situación actual

Sobre la base de los antecedentes proporcionados se derivan las siguientes conclusiones:

a) Generación

- De acuerdo a las estimaciones realizadas se identifica que la generación per cápita de basura es de 0.475, 0.750 y 0.840 kilogramos por día para la población de los estratos socioeconómicos bajo, medio y alto, respectivamente.
- La generación de residuos en la zona urbana y comunidades rurales a las que presta servicio el organismo operador se estima en 272 toneladas diarias en promedio para el año de 1998.

b) Recolección

- Existen rutas de recolección traslapadas en la mancha urbana, generando tiempos “muertos” durante las jornadas de trabajo con impacto directo en los costos operativos del sistema. También aquí se percibe la posibilidad de que el organismo operador pudiera optimizar sus recursos al efectuar un proyecto de optimización de las rutas de recolección que permita eliminar los traslapes entre las mismas.

- Los camiones recolectores conocidos como “mini” presentan un rendimiento promedio de 3.62 toneladas por día en dos viajes, lo que comparado con un camión recolector “normal”, que transporta 5.5 toneladas en promedio por cada viaje, indica la desventaja que representan los camiones “mini” que operan bajo las mismas condiciones.

Con base en la información anterior, se concluye que existen posibilidades de sustituir los camiones “mini” por otros de mayor capacidad, lo que en sí constituye un proyecto con beneficios y costos susceptibles de evaluación.

c) Disposición final

- De las 272.2 toneladas que se estima se generan en el área de influencia de la ciudad de Celaya y las 41 comunidades que atiende el servicio de limpia, se disponen en el tiradero actual 265.5 toneladas diarias, el resto, descontando la pepena en origen, se dispone en tiraderos clandestinos.
- Dadas las características de operación en el sitio de confinamiento actual, el espacio disponible sólo permite 6 meses aproximadamente de vida útil adicional, por lo que se requiere tomar medidas de manera urgente.
- No existen indicios de contaminación de los cuerpos de agua por la infiltración de lixiviados hacia los mantos freáticos ubicados a 70 metros de profundidad en promedio.
- La existencia de tiraderos clandestinos podría generar efectos nocivos en la población, por lo que se requiere tomar medidas al respecto que lleven a la eliminación de este tipo de tiraderos.

2.6 Identificación de proyectos

De acuerdo a la información que se obtiene a partir del diagnóstico de la situación actual, se identifican las siguientes ideas de proyecto:

a) Recolección

- 1) Optimización de las rutas de recolección,
- 2) Sustitución de equipos de recolección y,
- 3) Tarificación del sistema de recolección y transporte.

De las tres ideas de proyectos identificadas, en el presente estudio se seleccionó la sustitución de equipos de recolección, y tarificación del sistema, para llevar a cabo su preparación y evaluación a nivel de perfil. Se recomienda al municipio preparar y evaluar el proyecto de optimización de rutas, para determinar la conveniencia de efectuarlo.

b) Disposición final

- 1) Clausura del actual relleno sanitario,
- 2) Construcción de un nuevo relleno sanitario,
- 3) Tarificación de la disposición final de los residuos y,
- 4) Clausura de los tiraderos clandestinos.

En el presente estudio se prepara y evalúa el proyecto de construcción de un nuevo relleno sanitario (2), así como la tarificación de la disposición final de los residuos (3), con el propósito de obtener el precio que por este concepto el municipio tendría que cobrar a los distintos usuarios para autofinanciar la construcción y operación del sitio. También se recomienda evaluar los proyectos 1 y 4.