

CAPÍTULO V

RELLENO SANITARIO

5.1 Sitio de proyecto

El relleno sanitario es una obra de ingeniería construida para la disposición final de los residuos sólidos, diseñada y explotada para minimizar los impactos ambientales y efectos negativos que estos pudieran tener sobre la salud pública.

El terreno que se pretende destinar para construir el nuevo relleno sanitario se localiza a 8 kilómetros de la mancha urbana de Celaya, cuenta con una extensión total de 3.2 hectáreas y se ubica a un costado del actual tiradero no existiendo asentamientos humanos en la periferia que se pudieran ver afectados por la operación del nuevo sitio de disposición final. En la figura 3.1 se muestra el terreno que se contempla para la construcción del relleno sanitario.



Figura 5.1 Terreno para la construcción del relleno sanitario

Las principales características del terreno propuesto de acuerdo a los estudios geofísicos¹⁰ realizados son las siguientes:

- El terreno es plano con suelo semiarcilloso hasta una profundidad de 20 metros y a partir de ahí hasta una media de 60 metros, se encuentra roca basáltica impermeable.

Con base a la información anterior, la impermeabilización del fondo del nuevo relleno sanitario, estará dada por las mismas condiciones del suelo existente, lo que significa un ahorro en los costos operativos del proyecto ya que de lo contrario se tendría que utilizar algún método de impermeabilización artificial.

- El índice de permeabilidad del terreno para la primera capa es de 6.6×10^{-5} centímetros por segundo. Lo anterior se traduce como la capacidad con que cuenta el terreno para retener la humedad. Un factor como este, significa que una gota de agua en un año recorrería 2.10 metros al nivel de saturación (encharcamiento). Por tal motivo, el riesgo de contaminación del manto freático es prácticamente inexistente, al encontrarse a una media de 70 metros bajo el nivel del suelo.

Dadas las características geofísicas mencionadas del predio, se podría excavar una oquedad hasta una profundidad de 20 metros para realizar el confinamiento de basura.

5.2 Diseño del nuevo relleno sanitario

Los diseños para la construcción y operación de un relleno sanitario puede variar; sin embargo hay tres métodos básicos para construir un relleno sanitario que son: de área, zanja y rampa.

Para el caso de la ciudad de Celaya, se contempla utilizar el método de zanja ya que es el que resulta el más adecuado para terrenos planos donde el nivel del manto freático está a gran profundidad.

El método de zanja consiste básicamente en la excavación del terreno para retirar el material original y sustituirlo por la basura que será depositada diariamente en la oquedad creada para tal propósito.

10 Proyecto Ejecutivo para la Construcción del Relleno Sanitario de Celaya Guanajuato. SEDESOL (1994).

La ventaja del diseño propuesto es la disponibilidad de material de cobertura sin tener que transportarlo de grandes distancias, situación que en ocasiones genera la mayor parte de los costos operativos de un relleno sanitario. En la figura 5.2 se muestra un esquema del método mencionado.

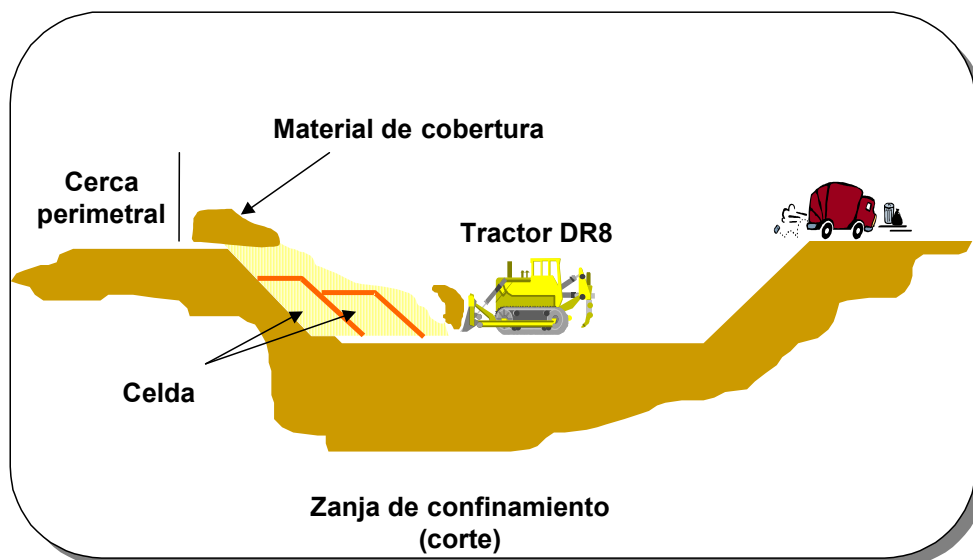


Figura 5.2 Relleno sanitario construcción método de zanja

Sin embargo, el método de zanja presenta algunas inconveniencias como por ejemplo: si se excava más material de cobertura del que se puede utilizar, tendrá que ser concentrado en algún lugar y transportarlo nuevamente al sitio cuando se requiera, originándose un costo adicional. Por otro lado, el drenaje del relleno puede representar un problema si no se toman las medidas preventivas al inicio de la construcción del sitio.

5.3. Operación del nuevo sitio

a) Celda de confinamiento

La celda es el bloque básico para la construcción de un relleno sanitario (figura 5.2). Para construir una celda, los residuos depositados son esparcidos generalmente en capas no mayores de 60 centímetros (cm) para compactación.

Al final del día, se esparce una cantidad suficiente de material de cobertura de aproximadamente 20 cm sobre los residuos y se les compacta. La altura de la capa de cobertura tiene dos propósitos principales: evitar la dispersión de los residuos por la acción del viento y fauna nociva, así como romper el ciclo de la mosca, ya que la larva de ésta, según estudios biológicos, no es capaz de atravesar los 20 cm de cobertura.

Finalmente, los residuos compactados y el material de cubierta conforman lo que se conoce como celda diaria, una serie de celdas contiguas conforman una capa y una o más capas constituyen lo que comúnmente llamamos un relleno sanitario.

b) Compactación de los residuos

La dificultad de encontrar nuevos sitios para el confinamiento de residuos, y obtener la aprobación de la comunidad (el factor más importante a considerar), lleva a la conclusión de que se tiene que aprovechar al máximo el sitio disponible. Para el caso de los residuos sólidos en México, la compactación es la mejor respuesta.

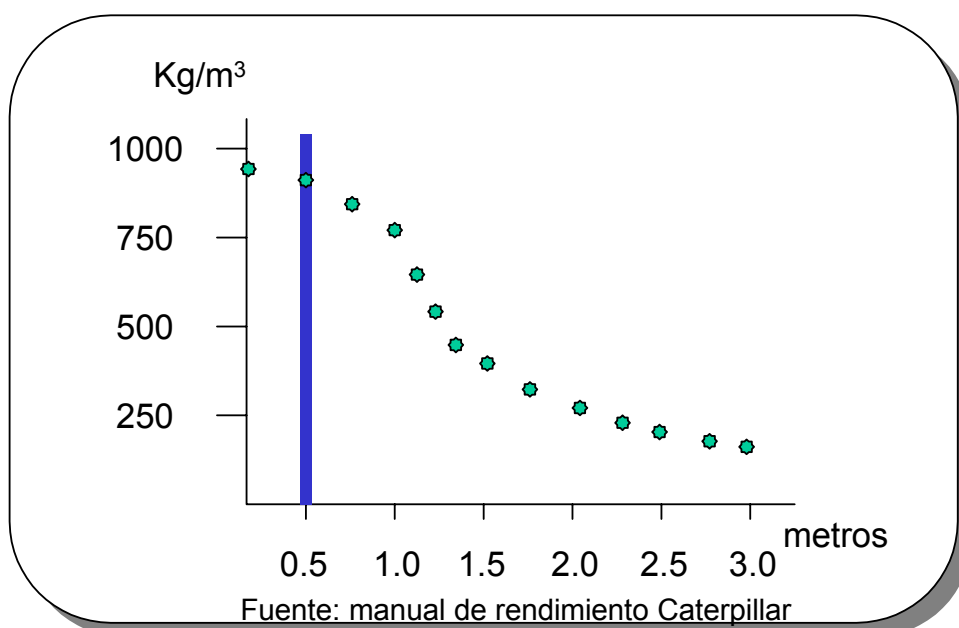
Los beneficios de la compactación son los siguientes:

- Se prolonga la vida del sitio.
- Se reduce la basura transportada por el viento.
- Se combaten insectos y roedores.
- Superficie de desplazamiento más sólida para los camiones recolectores, reduciendo con ello los costos en reparaciones.

Para determinar la operación del nivel de compactación de los residuos sólidos que se puede lograr en un sitio de confinamiento, existen tres factores básicos a considerar:

- i) Grueso de las capas.
- ii) Pasadas de la maquina sobre los residuos.
- iii) La humedad con que llegan los residuos al confinamiento.

El grueso de las capas en que se esparcen los residuos es el factor más importante ya que para obtener una mayor densidad de los residuos confinados, la basura se debe esparcir en capas de no más de 60 cm de acuerdo a las especificaciones de las maquinas que se utilizan para manejar residuos sólidos (ver gráfico 5.1).



Gráfica 5.1 Densidad de la compactación de la basura

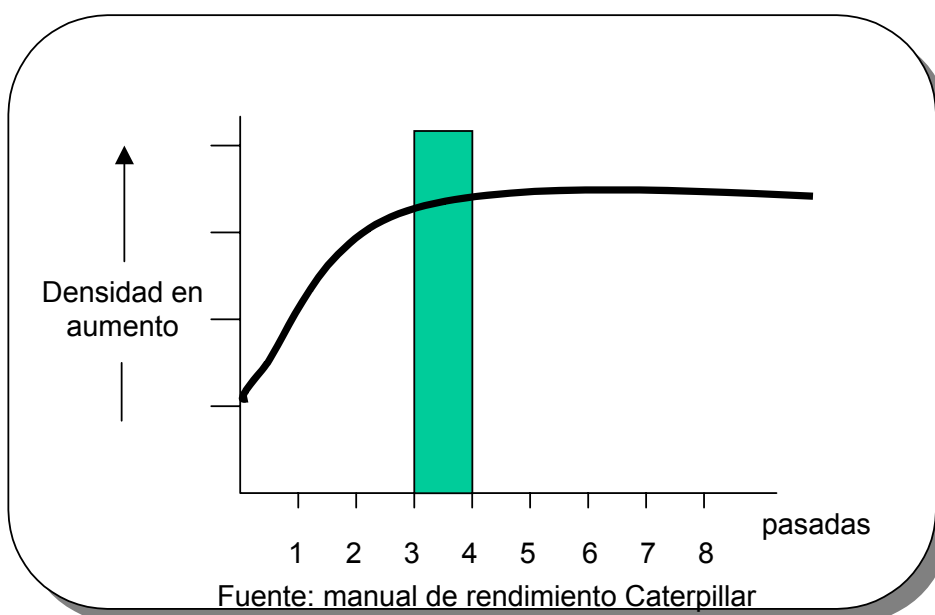
Como se observa, entre más gruesa la capa de residuos, la densidad a la que se pueden compactar es menor, lo óptimo se encuentra entre los 30 y 60 centímetros.

El segundo factor a considerar para determinar el nivel de compactación que se tendrá en el sitio de confinamiento, se refiere al número de pasadas que efectuará la máquina sobre la basura esparcida previamente en capas.

Cualquiera que sea la máquina que se utilice para efectuar la compactación, debe de efectuar de tres a cuatro pasadas para lograr los mejores resultados.

Las pendientes a las cuales trabajará la máquina se deben mantener a un mínimo con objeto de aprovechar el peso muerto de la maquinaria. Las pendientes de 4:1 o menos son las recomendadas aunque una superficie horizontal permite la mejor compactación.

En la gráfica 5.2 se muestra el nivel de compactación logrado de acuerdo al número de pasadas de la máquina.



Gráfica 5.2 Número de pasadas y densidad resultante

Como se observa, más de cuatro pasadas de la maquinaria no logran densidad adicional suficiente para hacer que la acción resulte económica, por lo que el nivel óptimo de pasadas se encuentra en el rango de 3 a 4.

Como se mencionó, el tercer factor que afecta considerablemente la densidad de la compactación es el contenido de humedad de la basura. El contenido de humedad para lograr la máxima compactación se encuentra alrededor del 50%.

Los residuos que se generan en la ciudad de Celaya y comunidades rurales a las que se les presta el servicio de limpia, contienen en promedio un 43% de humedad, cifra cercana al nivel de humedad que permite la máxima compactación.

De acuerdo a la información presentada con anterioridad, la operación del relleno propuesto para la ciudad de Celaya es el siguiente:

- Para la construcción de la celda diaria, los residuos se esparcirán en capas no mayores de 30 centímetros los cuales se compactarán mediante cuatro pasadas de máquina por cada capa construida.
- Al final del día, los residuos se cubrirán con una capa de 20 centímetros de material de cubierta compactado con cuatro pasadas de la máquina.

Con base a la información del contenido de humedad en los residuos, a la técnica de construcción de la celda diaria y al tipo de maquina a utilizar (tractor DR8 Caterpillar), se podría obtener una densidad de compactación del orden de los 700 kg/m^3 , cifra que se considerará para obtener la vida útil proyectada del nuevo relleno sanitario.

5.4 Capacidad de confinamiento

El terreno propuesto para construir el relleno sanitario, cuenta con una superficie de 32,479 metros cuadrado (m^2), y considerando que de acuerdo al estudio geofísico realizado se podría excavar una zanja de 20 metros de profundidad, se contaría con un volumen disponible de 513 mil metros cúbicos (m^3).

Sin embargo, se puede optimizar el uso del terreno construyendo una “pirámide” de residuos de 9 metros de altura similar a la que existe en al actual tiradero, lográndose un volumen adicional de 194 mil m^3 . En la figura 3.2 se muestra un esquema del volumen proyectado.

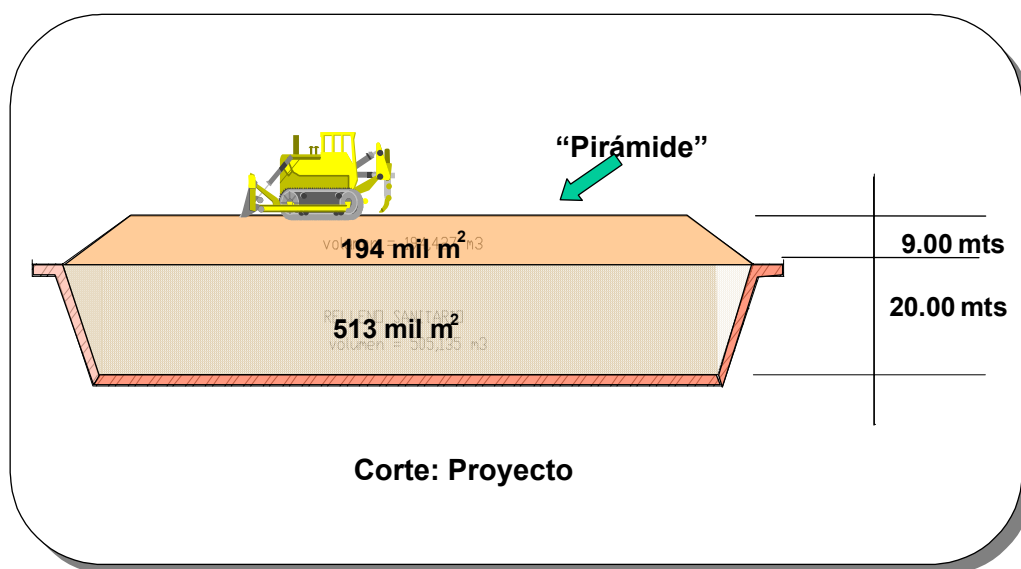


Figura 5.3 Capacidad de confinamiento del nuevo relleno sanitario

De acuerdo a los datos de volumen disponible, proyección de la generación de residuos, nivel de compactación de 700 kg/m^3 así como a las capas de material de cubierta, la vida útil del nuevo relleno sería de 4 años, aproximadamente.

5.5 Generación de lixiviados y control de biogas

La generación de lixiviados en los sitios de confinamiento de residuos sólidos urbanos depende de varios factores a considerar entre los que se encuentran, la humedad de los residuos, el volumen depositado, la capacidad de campo del terreno y la precipitación media anual en el sitio de localización.

Con los datos anteriores y siguiendo el procedimiento para calcular la generación de lixiviados en rellenos sanitarios como se indica en la norma ECOL-083, da como resultado que de acuerdo a las características de Celaya no se estarían generando lixiviados (en el Anexo 12 se presenta a detalle el procedimiento de cálculo y los resultados obtenidos). Sin embargo, de acuerdo a las observaciones de campo realizadas en el tiradero actual se detecta la presencia de lixiviados, si bien no en “gran magnitud”, indica que si se producirán en el nuevo relleno sanitario.

Con base en lo anterior, para manejar la posible generación de lixiviados en el nuevo sitio de disposición, se construirá un cárcamo de rebombeo para concentrar los lixiviados y los escurrimientos de agua pluvial que ocasionalmente pudieran llegar hasta el fondo del relleno, para de esta manera reciclarlos a la masa de basura para su tratamiento y degradación.

Para el control del Biogas¹¹ en el nuevo relleno sanitario, se contempla la construcción de “chimeneas” de ventilación construidas a partir de tambos vacíos de 200 lts superpuestos uno sobre otro hasta alcanzar la altura deseada, estas chimeneas se rellenarán con material pétreo para evitar que con el movimiento natural de la masa de residuos se obstruyan y dejen de funcionar.

11 Biogas: Mezcla de gases, principalmente metano y bióxido de carbono (CO₂) que se generan como parte de la degradación de la materia orgánica, por acción de las bacterias en un proceso anaerobio.