

## **CAPITULO II: OPERACIONES DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

### **2.1 INTRODUCCIÓN: ASPECTOS GENERALES**

#### **2.1.1 Relevancia del estudio del manejo de residuos sólidos**

“El manejo de los residuos sólidos ha ganado interés en los últimos años, sobre todo por el crecimiento de las ciudades” (Jaramillo: 1991: pag.1). Como es obvio, mientras más crece una ciudad produce más residuos, estos pueden ser muy diversos y pueden incluir papel, cartón vidrio, madera, material de oficinas, comedores, bares talleres, jardinerías, etc.

Inclusive los hogares son productores de materiales potencialmente infecciosos (jeringuillas, medicinas, basura contaminada con secreciones o material biológico) y más aún los centros hospitalarios, de atención médica y empresas que desprenden materiales peligrosos como químicos industriales propios de la actividad. Con este enfoque claramente nos podemos dar cuenta de la importancia del estudio del manejo de desechos, ya que estos tienen una implicación e influencia directa en el ambiente y en la salud de las personas y poblaciones circundantes a los rellenos sanitarios.

#### **2.1.2 Implicaciones para la salud**

Los residuos o desechos, que se producen diariamente en las ciudades y que llegan a los rellenos sanitarios, pueden producir afecciones directas para la salud de las personas que están en contacto directo mediante 2 formas básicamente:

- 1 Por contacto directo
- 2 Mediante vectores

#### **2.1.2.1 Contacto directo con los residuos**

Es principalmente a través de microorganismos presentes en la basura, especialmente enterobacterias. Tales microorganismos, como veremos en el capítulo correspondiente, pueden producir enfermedades directas a la salud de las personas debido a su patogenicidad intrínseca y además del estado inmunológico de respuesta del agente vivo en contacto con dichos microorganismos, es decir de la agresividad del microorganismo y la defensa de la persona.

#### **1.1.2.2 Vectores**

Otro medio de transmisión de enfermedades es a través de vectores los cuales son organismo, normalmente insecto o arácnido, que transporta un agente patógeno de un ser vivo a otro. Es decir son los transportadores de los microorganismos, entre los principales encontrados en los rellenos sanitarios y botaderos de basura son las moscas, ratas, aves, cucarachas.

### **2.1.3 Implicación para el ambiente**

#### **2.1.3.1 Contaminación del Agua**

“Solo el 1% del agua del planeta puede ser aprovechada por los seres vivos, el 97% se encuentra en los océanos y el 2% se encuentra congelada”. (Hernández. 1999. Pag.23)

El efecto ambiental más serio, pero menos reconocido, es la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas, por el vertimiento de las basuras a los ríos y quebradas, y por el líquido percolado de los botaderos a cielo abierto, respectivamente.

La descarga de las basuras a las corrientes de agua, incrementa la carga orgánica y disminuye el oxígeno disuelto; aumenta los nutrientes y algas que dan lugar a la eutroficación; causa la muerte de peces; genera malos olores y deteriora su aspecto estético. A causa de esta circunstancia, en muchas ocasiones se ha perdido este recurso tan importante para el abastecimiento o para la recreación de la población<sup>1</sup>.

Los contaminantes del agua a partir de los desechos pueden ser: orgánicos e inorgánicos.

**Los orgánicos** están constituidos por desechos producidos o generados por seres vivos. (cascaras, comida, cadáveres de animales, etc.). Los desechos orgánicos son biodegradables (se descomponen ante la presencia de microorganismos) y pueden ser procesados en presencia de oxígeno para su compostaje (proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia permitiendo obtener "compost", un abono excelente para la agricultura), o en la ausencia de oxígeno mediante la digestión anaeróbica (no utiliza oxígeno). Ambos métodos, la degradación aeróbica como anaeróbica, producen un efecto acondicionador de suelos, una especie de abono o fertilizante. La digestión anaerobia también produce gas metano y por tanto supone una importante fuente de bio-energía.

Los desechos orgánicos también producen filtraciones de líquidos o lixiviados, estos son producto de la degradación del material orgánico. El lixiviado tiene el potencial de contaminar las aguas subterráneas y pueden liberar metales pesados.

Cuando la basura orgánica entra en contacto con el agua, ésta atrae a un gran número de microorganismos que dependen de esos desechos, aumenta su reproducción, y consumen un mayor volumen del oxígeno disuelto en el agua; causando la muerte de muchos peces al no tener ese elemento indispensable para realizar el proceso respiratorio.

Sin embargo, las bacterias no se afectan porque muchas especies pueden realizar la respiración sin la presencia de oxígeno, es decir, de forma anaerobia. Ese proceso conocido como fermentación ocasiona que el agua se vuelva turbia, que despidan olores fétidos por la presencia de ácido sulfhídrico y metano (productos de la fermentación), y originará la muerte de muchos peces, en ocasiones de importancia económica para el hombre.

---

<sup>1</sup>JARAMILLO, Jorge. Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales. Washington, D.C., Septiembre de 1991 169p.

Las algas, por otra parte, también aprovechan la presencia de basura orgánica para aumentar su tasa de reproducción y se vuelven tan abundantes que impiden el desarrollo de otros seres.

Los segundos son los contaminantes, **los inorgánicos** procedentes de aguas negras arrojadas por las casas, industrias o los agricultores.

Las aguas negras, es decir, el agua ya utilizada para el aseo personal, de la casa y hasta la que proviene de los baños, puede ser muy peligrosa si los restos de excremento contienen organismos patógenos que originen enfermedades como el cólera, amebiasis, tifoidea, etc. En el hogar se distinguen algunos tipos de basura inorgánica como son el papel, cartón envases de leche, metal, latas, bolsas plásticas, botellas de vidrio envases plásticos ropa, etc.

Los desechos inorgánicos también incluyen químicos peligrosos como el plomo, arsénico, níquel, litio (baterías, celulares) mercurio; además de los detergentes, insecticidas, fertilizantes y hasta petróleo. “Todas estas sustancias producen daños directos a los organismos vivos que se que entran en contacto con los mismos además de que algunos compuestos son carcinogénicos” (La Dou 2006 pag.787).

#### **2.1.3.2 Contaminación del suelo**

El suelo es un cuerpo natural y dinámico el cual que cambia con el tiempo y espacio. Es de una gran variedad de organismos entre ellos la vegetación.

Los desechos y residuos materiales que van depositándose en la tierra, se descomponen y la dañan, con lo cual ocasionan severos problemas ambientales ya que en ella viven la mayoría de los organismos, incluyendo al ser humano. La basura y los desechos materiales orgánicos e inorgánicos que se arrojan en la naturaleza, modifican sus condiciones y provocan cambios que pueden ir desde la erosión hasta la extinción de las especies. Además “la presencia de contaminantes en el suelo puede producir un deterioro directo a la salud de las personas como es el caso del tolueno”. (Rato. 1999. Pág. 190).

### 2.1.3.3 Contaminación del aire

La quema a cielo abierto produce la liberación de contaminantes a la atmósfera. Según el Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud de la Organización Panamericana de la Salud, las cantidades calculadas de los principales contaminantes por la quema a cielo abierto de basura municipal son:

Por cada tonelada de desechos sólidos quemados<sup>2</sup>:

- Partículas: 8 Kg/t
- SO<sub>2</sub>: 0.5 Kg/t
- Óxidos de Nitrógeno (NO<sub>x</sub>): 3 Kg/t
- Hidrocarburos: 15 Kg/t
- CO: 42 Kg/t

La basura genera dos tipos de gases:

**Gases de invernadero:** Estos gases son el metano y el bióxido de carbono

**El metano** (CH<sub>4</sub>) un alcano alifático es inactivo biológicamente y principalmente no tóxico, de esta manera su principal propiedad es la de impedir un adecuado suministro de oxígeno a los pulmones es decir es un asfixiante simple. “El metano no está listado en el IARC, NTP, o por OSHA como carcinogénico o potencial carcinogénico, es decir no es un tóxico potente” (Von 2007. Pág. 121). Las personas enfermas, cuya afección podría verse agravada, por la exposición al metano no deben ser autorizadas a trabajar o manipular este producto.

**El bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)** de la familia de los carbonatos es el más potente vasodilatador cerebral conocido. La inhalación de grandes cantidades causa una rápida insuficiencia respiratoria conduciendo al coma y la muerte, es un asfixiante simple como el metano.

El Bióxido de Carbono no se encuentra registrado en el IARC, NTP o en la OSHA como carcinogénico o potencial carcinogénico.

“Tanto el bióxido de carbono como el metano se consideran como gases de efecto invernadero” (Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. México. 2002 pág. 37), que consiste en el aparente calentamiento global por la presencia de gases en la atmósfera que no permiten que el calor se disipe al espacio exterior.

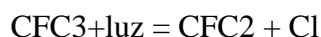
**Degradadores de la capa de ozono:** Los clorofluorocarbonos CFCs son una familia de gases que se emplean en múltiples aplicaciones, siendo las principales la industria de la refrigeración y de propelentes de aerosoles. Están también presentes en aislantes térmicos, estos CFCs se

---

<sup>2</sup> CENTRO Panamericano de Ecología Humana y Salud de la Organización Panamericana de la Salud Evaluación Rápida de Fuentes de Contaminación de Aire, Agua y Suelo. Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología. México. 2000

pueden encontrar en los rellenos sanitarios en forma de aerosoles envasados o aparatos de refrigeración, cuando los envases de estos productos son desechados a la basura se convierten en fuentes de emisión de estos gases.

Los CFCs destruyen la capa de ozono directamente la capa de ozono mediante una reacción fotoquímica, en la cual una molécula de luz incide sobre la molécula de CFC, liberando un átomo de cloro con un electrón libre llamado radical cloro que es muy afín al ozono, destruyéndolo de la siguiente manera.



Por lo tanto se considera que así como el bióxido de carbono y el metano los CFCs colaboran al efecto invernadero, produciendo un impacto ambiental importante.

## **2.2 OPERACIONES DE ELIMINACIÓN DE RESIDUOS EN EL RELLENO SANITARIO DE QUITO**

### **2.2.1 Relleno sanitario**

El Relleno Sanitario es una técnica de eliminación final de los desechos sólidos en el suelo, que no causa molestia ni peligro para la salud y seguridad pública; tampoco perjudica el ambiente durante su operación ni después de terminado el mismo.

Esta técnica utiliza principios de ingeniería para confinar la basura en un área lo más pequeña posible, cubriéndola con capas de tierra diariamente y compactándola para reducir su volumen. Además, prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el Relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> JARAMILLO, Jorge. GUIA PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCION Y OPERACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS MANUALES. Washington, D.C., Septiembre de 1991 169p.

### **2.2.1.1 Objetivos de un relleno sanitario**

Un relleno sanitario manejado técnicamente debe cumplir con objetivos para que su funcionamiento tenga un bajo impacto en la seguridad y salud de los trabajadores, así como en el ambiente aledaño.

La operación y el mantenimiento adecuado de un relleno sanitario es necesario para:

- Disminuir el impacto de la salud de los trabajadores
- Reducir los impactos negativos potenciales en aire, agua y suelo.
- Evitar que el relleno sanitario se convierta en un tiradero a cielo abierto.
- Minimizar o eliminar los impactos hacia las propiedades adyacentes.
- Reducir los costos de operación (a largo plazo).
- Incrementar la capacidad volumétrica y ampliar al máximo la vida útil.
- Establecer y mantener buenas relaciones públicas.
- Reducir los conflictos con las instancias reguladoras o normativas.
- Reducir accidentes, demandas e indemnizaciones.
- Demostrar la capacidad operativa.

### **2.2.1.2 Ventajas de la implementación de los rellenos sanitarios**

La implementación de un relleno sanitario tiene algunas ventajas para la comunidad y los municipios que son los encargados de la disposición de los residuos de la ciudad, entre las ventajas que podemos anotar tenemos a las siguientes

- Consume mano de obra no calificada, la cual es, como sucede en el Relleno Sanitario de Quito, de las comunidades aledañas.
- La inversión inicial del capital y mantenimiento, es menor que la inversión en el tratamiento, remediación ambiental o incineración.
- El gas metano que se produce podría ser utilizado como bioenergía, sin embargo, esto no sucede en Quito y el metano que produce el relleno es combustionado cuando sale al aire circundante.
- Puede funcionar en un periodo relativamente corto.

- Una vez terminado el relleno, el terreno se recupera.
- Se podría realizar composte a partir de la materia orgánica, a pesar que esto no sucede en el Relleno Sanitario de Quito.

### **2.2.1.3 Desventajas de la implementación de los rellenos sanitarios**

Así como encontramos ventajas en la implementación de los rellenos sanitarios también podemos encontrar desventajas, entre las principales diremos:

- La resistencia de las comunidades a la implementación de los rellenos, eso podría ser explicado por la falta de conocimiento de las comunidades, la asociación errada y confusión de términos como relleno sanitario y botadero de basura, la urbanización acelerada, falta de confianza en las autoridades, falta de estudios científicos locales (como es el caso de Quito) acerca del impacto en la salud de las personas que están en contacto con los desechos.
- El riesgo de convertirse de un relleno a un botadero de basura por falta de políticas
- Posible contaminación de aguas subterráneas o aledañas de lixiviado si no se toman las medidas pertinentes para evitar dicha situación.

### **2.2.1.4 Tipos o métodos de rellenos sanitarios**

Básicamente existen 2 tipos de rellenos sanitarios el método de **zanjas** o **trincheras** en el cual se escogen zonas planas y se excava con apoyo de maquinaria pesada, la misma tierra que se extrae es utilizada para realizar la cobertura.



Otro método de relleno sanitario es el **método de área** el cual en áreas relativamente planas se depositan los desechos, elevando el suelo unos cuantos metros.

También existe la posibilidad de una combinación de los 2 métodos. El Relleno Sanitario de Quito utiliza el método de área.

Una vez identificado el terreno y el método o tipo de relleno a implementarse, es necesario realizar las adecuaciones necesarias para evitar la contaminación de la tierra, esto se logra mediante la colocación de geomembranas en la zona preparada, esta garantizará la contaminación directa de la tierra. Además se debe prever la canalización del percolado o lixiviado hacia las piscinas de tratamiento, ya que como se mencionó anteriormente en este capítulo, la basura orgánica es descompuesta por la degradación bacteriana aeróbica y anaeróbica en líquido de lixiviado. El gas metano producido por la degradación de los desechos orgánicos es llevado al exterior por un sistema de chimeneas que se implantan durante la realización del relleno. Este metano puede ser utilizado como biocombustible, sin embargo en el relleno sanitario de Quito el gas una vez que alcanza la superficie es combustionado como ya se mencionó.

#### **2.2.1.5 Las celdas diarias de trabajo, franja capa y fase del relleno**

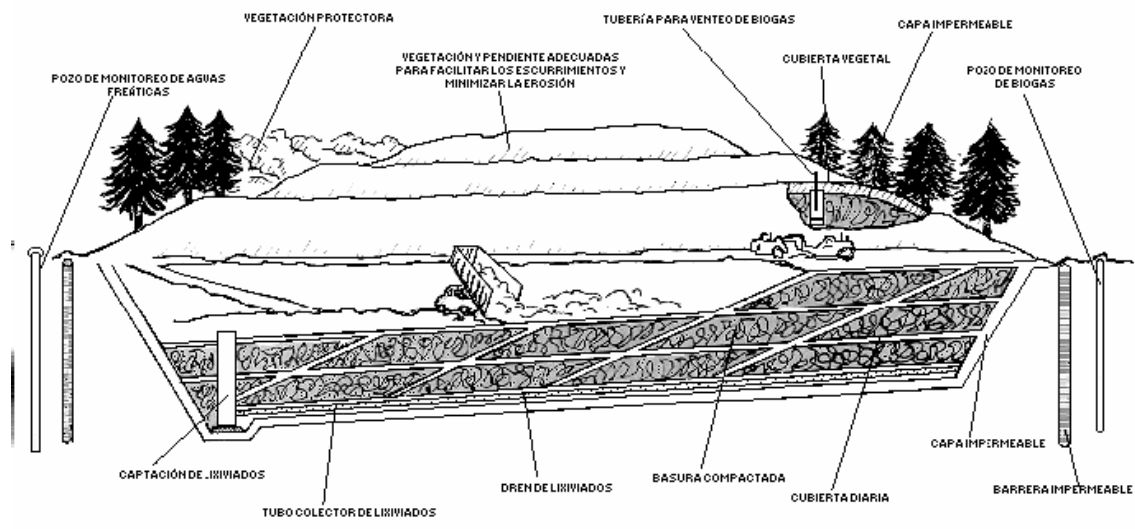
Cuando ya se realiza la preparación del terreno se trabaja mediante el concepto de celda diaria de trabajo que consiste en el elemento primario de cualquier relleno sanitario. Cuando los desechos de las ciudades llegan al relleno mediante el sistema de transporte son, esparcidos y compactados en capas dentro de un área perfectamente delimitada y de un volumen definido. Es decir al final de un día de operación, el área de relleno sanitario ya ocupada por desechos y que además es compactada, es cubierta completamente con una delgada capa de tierra (0.3 metro), que posteriormente es compactada nuevamente, esto constituye una celda diaria de trabajo que ocupa del 2 al 5 por ciento de la superficie del relleno y con una altura de 2.4 a 3.5 metros.

Una serie de celdas adyacentes se constituyen en una **franja**.

Una serie de franjas adyacentes y con una misma altura, forman una **capa**.

La unión de capas forma el propio relleno o una fase del mismo

**Figura 2.1 El relleno sanitario (Jaramillo. 1991.)**



## 2.2.2 Operaciones del relleno sanitario

### 2.2.2.1 Horarios y organización del Relleno Sanitario de Quito

Típicamente el horario de operación del relleno sanitario, será impuesto por el programa de recolección. Es posible, sin embargo que las prácticas de la recolección se acomoden a la operación del sitio. Generalmente los sitios de disposición final son abiertos de las 6 a.m. a las 6 p.m. En Quito el relleno sanitario se encuentra abierto las 24 horas.

En el relleno sanitario de Quito la estructura de trabajo de las personas que están directamente expuestas a los residuos está compuesta por 3 frentes de trabajo, cada frente de trabajo tiene alrededor de 10 personas de estas 4 son maquinistas y 5 ayudantes de patio y 1 supervisor. Este frente de trabajo cumple con una jornada de 20 días de trabajo y 10 de descanso. Los turnos de trabajo son de 12 horas seguidas de 7 de la mañana a 7 de la noche y de 7 de la noche a 7 de la mañana. Cada semana rota el frente de trabajo de la mañana a la noche.

También existe un área de mecánica la cual esta compuesta por 10 personas, las cuales trabajan en jornada matutina únicamente, con la misma distribución mensual de días trabajados. El área de mecánica es la que da mantenimiento a la maquinaria utilizada en el relleno y provee de combustible necesario para la operación.

El área administrativa esta formada por dos ingenieros de campo, un ingeniero ambiental y un ingeniero geólogo, los cuales realizan la planificación y llevan a cargo el desarrollo del proyecto además de 3 operadores de báscula, 1 topógrafo y 3 ayudantes de topografía, 1 jefe administrativo y 1 contadora, que realizan sus actividades de lunes a viernes de 7 de la mañana a 7 de la noche.

Además existen 2 personas que realizan actividades complementarias de limpieza, jardines, etc., que trabajan de lunes a viernes de 7 de la mañana a 7 de la noche.

En total la operación en el Relleno Sanitario de Quito se realiza con aproximadamente 55 personas en campo.

#### **2.2.2.2 Control de acceso y operación de báscula.**

La caseta de control y el área de pesaje de los vehículos que ingresan a descargar los residuos de la ciudad, representa la primera fase de las operaciones del relleno sanitario y constituye el principal control para detectar el ingreso de sólidos prohibidos, irregularidades del vehículo, dirigir los vehículos a donde les corresponde hacer la descarga de basura, registrar su ingreso. Los vehículos que ingresan al relleno sanitario para la descarga de los desechos del Cantón Quito y Rumiñahui son en su mayoría camiones con capacidad de carga hasta 50 toneladas y carros recolectores de basura.

Es indispensable que los rellenos sanitarios cuenten con un sistema de pesaje, dado que se debe conocer la cantidad de residuos sólidos que ingresan, con el fin de establecer parámetros de control de la operación, así como para la asignación de tarifas y cobros. El operador de la báscula registra en la bitácora los datos de cada vehículo y se emite el respectivo certificado de pesaje.

### **2.2.2.3 Recepción de residuos.**

Las personas que trabajan en el relleno debe ser capaz de distinguir entre los residuos no peligrosos que pueden ser aceptados en el relleno y los residuos que la Ley define como peligrosos. Por lo que el relleno sanitario solo acepta residuos sólidos considerados como no peligrosos por la legislación ambiental vigente y si se trata de residuos especiales o industriales deben ir acompañados de un certificado de no peligrosidad, emitido por la autoridad competente.

Podríamos hablar de residuos peligroso como por ejemplo cadáveres o partes de animales, residuos hospitalarios contaminados, materiales altamente combustibles o explosivos, excremento o estiércol sin previa estabilización biológica, residuos de procesos industriales, tampoco se recomienda recibir líquidos, partes y accesorios automotrices, baterías automotrices o industriales. Una vez verificado el contenido de los desechos sanitarios se procede a la dispersión de la basura.

### **2.2.2.4 Pepena de residuos**

La selección no controlada e informal o pepena de los residuos que llegan a los sitios de disposición final, puede ser común en botaderos del país. Esta práctica está prohibida en el Relleno Sanitario de Quito, principalmente debido a que representa un alto riesgo para la salud y la seguridad de los pepenadores o recicladores, e interfiere con las actividades normales del frente de trabajo.

## **2.3 DISPERSIÓN DE LA BASURA**

Con base en la experiencia del pasado en ciudades de los Estados Unidos y muchos otros lugares del mundo, la disposición en la tierra, en la forma de relleno sanitario, ha demostrado ser el método más económico y aceptable para la disposición de desechos sólidos. El término relleno sanitario define una operación en la cual los desechos a ser

dispuestos son compactados y cubiertos con una capa de suelo al finalizar cada día de operación<sup>3</sup>.

Cuando la basura de la ciudad llega al relleno sanitario esta es desembarcada de los camiones mediante la ayuda de maquinaria pesada, mediante palas o retroexcavadoras. Los camiones que llegan al relleno sanitario con un tonelaje importante de basura, están cubiertos por carpas o telas resistentes en el techo del trailer, para evitar que en el transporte pueda derramarse los desechos transportados.

Una persona perteneciente al relleno asiste a los camiones para retirar la cubierta y exponer la basura a las ayudas mecánicas, para arrojar o dispersar la basura en el relleno.

Una vez la basura depositada en el suelo y antes de su compactación con la ayuda de la maquinaria pesada esta es roseada por permanganato de potasio.

### **2.3.1 Construcción de la celda**

Una celda es construida mediante la compactación de residuos sobre una pendiente en capas sucesivas del mismo espesor. Los residuos son depositados al Pié del frente de trabajo y empujados sobre el talud.

Los pasos adecuados para la construcción son:

- Descargar los residuos sólidos sobre el área que conformará el correspondiente frente de trabajo del día.
- Usar estacas de nivelación para el control de la altura de la celda y dar la pendiente adecuada para facilitar el drenaje por gravedad.
- El nivel de la superficie superior de la celda debe ser entre **2** y **5** porciento, mientras que la altura de celda comúnmente es de aproximadamente **2.4** a **3.5 m**.
- Las dimensiones de la celda están especificadas en el proyecto y pueden consultarse también en el plan de relleno.

---

<sup>3</sup> TCHOBANOGLOUS, George. Desechos sólidos principios de ingeniería y administración. Mérida; CIDIAT; 1982. 546 p

- Por razones de seguridad, el ancho del frente de trabajo no deberá ser reducido a menos de tres veces el ancho de la hoja topadora del equipo utilizado y no debe exceder los **45 m**, ya que con dimensiones mayores llega a ser muy difícil de manejar, la altura adecuada para las celdas no existe, es recomendable **2.5 m.** y la densidad recomendable para los residuos sólidos de una celda terminada es superior a **600 Kg/m<sup>3</sup>**.
- Esparcir los residuos sólidos en el frente de trabajo en capas de **0.30 a 0.60 m** de espesor.
- Compactar los residuos sólidos entre **3 y 5** pasadas sobre el talud.
- Una vez compactados los residuos del día, se descargan sobre los mismos el material para la cubierta diaria.
- Esparcir y compactar el material de cobertura, manteniendo un espesor mínimo de **15 cm.** Dependiendo del tipo de suelo de donde provenga el material de cubierta, puede requerir un espesor mayor. Por ejemplo, material suelto tal como la arena puede penetrar dentro de espacios abiertos en los residuos. Por esta razón si los residuos no son compactados adecuadamente se requerirá mayor cantidad de material de cobertura.<sup>4</sup>
- La cubierta final será de 60 cm. de tierra.

## 2.4 OXIDACIÓN

Es otro método de procesamiento de la basura, llamado oxidación o reducción química de los desechos. Además de la compactación mediante maquinaria pesada en los rellenos sanitarios se puede reducir el volumen de los desechos mediante una reacción química de oxidación o combustión. Esta combustión controlada de los desechos para reducir su volumen en Quito no es practicada, sin embargo la vamos a analizar muy someramente. La combustión de los desechos era la más utilizada hasta hace 40 años.

---

<sup>4</sup> INTERASEO DEL ECUADOR. Manual de operación del relleno sanitario el Inga del distrito metropolitano de Quito, Ecuador. Abri 2007. 110p

### **2.4.1 Descripción del proceso de incineración.**

Las operaciones básicas involucradas son:

- Descarga de los vehículos que transportan los desechos hacia un foso de almacenamiento, cuya longitud y profundidad dependerá de la cantidad de desechos que produzca una ciudad, el almacenamiento será igual al promedio de 1 día.
- Mediante una grúa en la parte superior del foso, se toma cantidades de desechos para cargarlos en una tolva de carga.
- De la tolva de carga y una vez separados los desechos no aptos para incinerarse, la basura cae en la parrilla donde es quemada.

### **2.4.2. Resultados de la incineración**

La incineración puede dar como resultado:

Reducción de los desechos sólidos hasta un 80 – 90 por ciento del volumen original.

Los nuevos incineradores producen un material fundido antes de enfriarse con lo que los volúmenes llegarían hasta el 5 por ciento del volumen original y a veces hasta menos.

### **2.4.3 Inconvenientes de la incineración**

“El mayor inconveniente es la contaminación del aire, la mayoría de los incineradores, produce la emisión de partículas, gases y olores.” (Stear. 1971).

Este es un problema que enfrenta la incineración, típicamente, el tamaño de “las partículas de las emisiones de incineradores varían desde menos de 5  $\mu\text{m}$  hasta unos 120  $\mu\text{m}$ ; alrededor de la tercera parte de las partículas tienen diámetros menores que 10  $\mu\text{m}$ ” (Stear. 1971). Recordemos que las partículas que alcanzan los alveolos son aquellas cuyo tamaño es inferior a los 5  $\mu\text{m}$ .

### **2.4.4 Otras reacciones químicas que ocurren en un relleno sanitario**

Los desechos orgánicos empiezan su descomposición tan pronto como son depositados en los rellenos, esto gracias a las bacterias. Esta descomposición puede ser de 2 tipos: aerobia, es decir, en presencia de oxígeno y anaerobia. La fuente de microorganismos que producen una descomposición es la tierra que cubre la celda diaria. Los principales productos finales de la descomposición anaerobia son materiales orgánicos parcialmente estabilizados, ácidos orgánicos volátiles intermedios (lixiviados) y varios gases (incluyendo bióxido de carbono, metano, nitrógeno, hidrógeno y ácido sulfhídrico).

“La producción de gas alcanza su máximo a los 2 años y se mantiene por 25 o más años” (TCHOBANOGLIOUS 1982. Pag446). Además se producen lixiviados.

#### 2.4.4.1 Gases en rellenos sanitarios

En los rellenos sanitarios encontramos: aire, amoníaco, bióxido de carbono, monóxido de carbono, hidrógeno, ácido sulfhídrico, metano, nitrógeno y oxígeno.

El bióxido de carbono y metano son los gases principales producidos de la descomposición anaerobia de los componentes de los desechos orgánicos.

El bióxido de carbono elevado inicialmente es resultado de la descomposición aerobia.

A continuación una tabla la cual nos muestra los principales componentes de los gases en los rellenos. (INTERASEO DEL ECUADOR .2007. pág. 66)

**Tabla 2.1 Componentes del biogás**

COMPONENTE	% DEL COMPONENTE
METANO	47,5
DIOXIDO DE CARBONO	47,5
NITROGENO	3,7
OXIGENO	0,8
HIDROCARBUROS PARAFINICOS	0,1
HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	0,2
HIDROGENO	0,1
ACIDO SULFURICO	0,01
MONOXIDO DE CARBONO	0,1
COMPUESTOS TRAZAS	0,5



CAPACIDAD CALORIFICA	300-550
GRAVEDAD ESPECIFICA	1,04
HUMEDAD	SATURADO
TEMPERATURA EN LA FUENTE	41°C

El gas metano que se desprende de la descomposición de la basura orgánica en el relleno sanitario de Quito es llevado al exterior a través de chimeneas implantadas para este propósito, las cuales al momento cumplen con su función original que es la de transportar en metano a la superficie; este biogás podría ser utilizado como fuente de energía, sin embargo, no es dispuesto de esta manera y se combustiona libremente, perdiendo un potencial recurso.

#### **2.4.4.2 Lixiviados**

“El lixiviado se puede definir como el líquido que ha percolado a través del desecho sólido y ha extraído materiales disueltos o suspendidos de ellos” (Salvato 1971). La porción líquida del lixiviado está compuesta del líquido producido de la descomposición de los desechos y líquido que ha entrado al relleno de fuentes externas tales como: drenaje superficial, precipitación, agua subterránea y agua de manantiales subterráneos. Cuando el lixiviado percola a través de los desechos sólidos que están en descomposición, recoge materiales biológicos y constituyentes químicos. La composición se explica en riesgo químico.

Para impedir la contaminación del suelo sobre el cual se asienta el relleno sanitario con lixiviados se utilizan materiales sintéticos conocidos como geomembrana, la cual garantiza que el líquido de percolado entre en contacto directo con la tierra de la base del relleno y con las aguas subterráneas que posiblemente pudieran existir bajo los rellenos sanitarios, además en fase de construcción se realizan canales para drenar el lixiviado a piscinas para su tratamiento. En el relleno sanitario está produciéndose constantemente lixiviados los cuales son llevados a piscinas de tratamientos, el procesamiento de lixiviados en el Relleno Sanitario de Quito se considera como otra actividad diferente a la del relleno y la lleva a cargo una empresa distinta.

## **2.5 ALMACENAMIENTO**

### **2.5.1 Almacenamiento temporal de residuos en el Relleno Sanitario de Quito**

Aunque la función del Relleno Sanitario de Quito no es almacenar la basura, en algunos casos es necesario almacenarla en lugares que no están destinados para este objetivo, especialmente en casos de fuerza mayor o imprevistos, por lo que el Relleno Sanitario de Quito ha implementado algunos aspectos esenciales que detallamos a continuación.

Está prohibida la descarga de residuos sobre el suelo fuera de los frentes de trabajo. Se ha destinado un área para el almacenamiento de residuos y colocar contenedores con tapa para recibir sus residuos sólidos, las mismas que son accesibles y están cerca de la entrada del relleno sin que obstruyan las vías de acceso, están en áreas fuera de zonas de inundación y cuentan con los letreros y señalamientos alusivos a su función. En el área no se reciben residuos diferentes de los aceptados por el relleno, los contenedores no sobrepasan su capacidad de almacenamiento y se ha establecido un programa de desalojo y limpieza frecuente para dichos contenedores, los cuales están ubicados en áreas bien ventiladas y preferentemente a resguardo de los elementos climatológicos.

Los residuos almacenados fuera de las áreas de relleno, no podrán permanecer así por más de tres días. Los residuos no son peligrosos ya que como se comentó anteriormente, el Relleno Sanitario de Quito no recibe residuos considerados como peligrosos por la legislación nacional. El área de almacenamiento entonces es un área temporal de almacenamiento fuera del relleno que puede ser utilizada en casos especiales y que una vez solucionadas, los residuos pasan a ser dispuestos de manera regular como cualquier otro relleno.

### **2.5.2 Almacenamiento de residuos peligrosos**

En muchos rellenos se utiliza el almacenamiento o enclaustramiento de los residuos como sistema de gestión y disposición de la basura especialmente de aquella peligrosa.

“Cuando se producen grandes cantidades de desechos peligrosos se usan instalaciones especiales que tienen suficiente capacidad para retener los desechos acumulados durante un periodo de varios días”. (TCHOBANOGLIOUS 1982. Pag515).

El tipo o material del contenedor para almacenamiento de desechos peligrosos dependerá del tipo de desecho que se desea almacenar (ver tabla). Así, para almacenar ácidos o álcalis por ejemplo se necesita una cubierta especial que puede ser fibra de vidrio para evitar la corrosión del metal.

**Tabla 2.2. TIPO DE CONTENEDOR SEGÚN EL TIPO DE RESIDUO**

DESECHO	MATERIAL
SUSTANCIAS RADIOACTIVAS	PLOMO FORRADO CON CONCRETO
	TAMBORES DE METAL REVESTIDO
QUÍMICOS TÓXICOS	TAMBOR DE METAL
	TAMBOR DE METAL REVESTIDO
	TANQUES
BIOLÓGICOS	BOLSAS PLÁSTICAS SELLADAS
	TAMBORES DE METAL REVESTIDO
INFLAMABLES	TAMBORES DE METAL
	TANQUES
EXPLOSIVOS	RECIPIENTES QUE ABSORBAN CHOQUES

### **2.5.3 Disposición de los residuos peligrosos en el Relleno Sanitario de Quito**

En Quito, los desechos biológicos considerados como peligrosos provienen de hospitales, clínicas, centros, subcentros de salud, consultorios, etc., y los cuales en su mayoría son gasas, vendas, guantes, material corto punzante en su respectivo contenedor, baja lenguas, material de quirófano, tejidos biológicos, batas, mascarillas, etc.

Dichos materiales no los recibe el relleno sanitario, éstas son recibidas, transportadas y procesadas por una empresa diferente. EL proceso de eliminación de este material comienza

con la esterilización del material mediante el uso de autoclaves para este propósito, y se desinfecta el material contaminado.

Una vez esterilizado, la disposición final de los desechos es similar al resto de desechos, es decir, la dispersión en el relleno sanitario junto con la basura de la ciudad. De esta manera no existe un almacenamiento o enclaustramiento de la basura peligrosa que llega al Relleno Sanitario de Quito.

## **2.6 REDUCCIÓN**

### **2.6.1 Reducción mecánica de los desechos en el Relleno Sanitario de Quito**

La reducción del volumen de los residuos es indispensable en un relleno ya que mejora el manejo de los desechos e incrementa la vida útil de un relleno sanitario.

En el relleno sanitario de Quito se utiliza principalmente dos ayudas mecánicas: los bulldózer o tractores de orugas con hoja topadora cuya función es distribuir y compactar los residuos sólidos, así como realizar la preparación del sitio, suministrar la cubierta diaria y final y trabajos generales de movimiento de tierras. El grado de compactación de los residuos depende de la presión ejercida, a menor espesor de capa de residuos, mayor compactación.

La otra ayuda mecánica son los compactadores con ruedas metálicas, estos son más versátiles y rápidos que los bulldózer. “Un modelo típico de 150 HP tendría una productividad de aproximadamente 75 toneladas por hora en superficies planas” (INTERASEO 2007. Pág. 26).

Tanto los bulldózer como los compactadores realizan una reducción mecánica significativa de los residuos que llegan a Relleno Sanitario de Quito.

Existen además otras formas de reducir el tamaño de los desechos que llegan a los rellenos sanitarios. En general se puede desmenuzar, moler o triturar los desechos para reducir su tamaño para luego proceder a la dispersión en el relleno sanitario. Esta reducción debe garantizar un tamaño adecuado y una homogeneidad muy regular.

### 2.6.2 Equipo para la reducción de tamaño.

Se utilizan además muchos otros equipos para una reducción del tamaño de los residuos en diversos rellenos sanitarios, estos equipos son de implantación fija a diferencia de los utilizados en el Relleno Sanitario de Quito, que básicamente son ayudas mecánicas móviles.

Los equipos utilizados para este propósito incluyen:

Los **molinos pequeños** muelen, aplastan los desechos sólidos orgánicos residenciales.

Los **picadores** cortan, taján el papel, cartón, recorte de árboles, desechos de patios, madera, plásticos.

Los **molinos grandes**, muelen, aplastan materiales quebradizos y frágiles y son utilizados en operaciones industriales.

Los **trituradores de mandíbula** trituran, rompen sólidos grandes.

Los **molinos de raspador** fragmentan, desgarran desechos sólidos humedecidos.

Los **fragmentadores** cizallan, desgarran todos los tipos de desechos.

Los **cortadores** cizallan, desgarran todos los tipos de desechos

Los **molinos de martillos rompen**, desgarran, cortan, trituran, todos los tipos de desechos y es el equipo más comúnmente usado para reducir el tamaño y homogeneizar los desechos.

El **hidropulpador** cizalla, desgarran idealmente adecuado para usar con desechos fácilmente convertibles en pasta, incluyendo papel, trozos de madera, usado principalmente en la industria del papel, así como también para destruir registros en papel.