

RELLENO SANITARIO DE PICHACAY

Paúl Galarza
Byron Parra
Pablo Vásquez
 Estudiantes Ingeniería Civil

RESUMEN

Desde sus inicios hasta en la actualidad, la mayoría de la gente desconoce qué es lo que sucede con los desechos sólidos que se generan en cada uno de sus hogares, llegando a tener un concepto erróneo a tal punto de confundir un relleno sanitario con un botadero de basura. En este documento tratamos de poner en manifiesto todas las actividades y procesos que están ligados al tratamiento de estos desechos, dando a conocer desde cómo se realiza la construcción de un relleno sanitario hasta el tratamiento de los lixiviados, desde un punto de vista técnico tanto en los campos de la ingeniería civil como en las ramas vinculadas a la protección del medio ambiente.

Palabras Clave: relleno sanitario, lixiviados, desechos sólidos, compactación de desechos, drenajes, chimeneas, biogás.

ABSTRACT

From the beginning until now, people do not know what happens to solid waste generated in each of their homes, having a misconception to the point of confusing a landfill with a dumpster. With the present document we try to explain all activities and processes that are linked to these waste treatments, explaining about the construction of a landfill to the treatment of garbage

leachate, from a technical point of view both the fields of civil engineering and in the fields related to environmental protection.

Keywords: landfill leachate, solid waste, waste compaction, drainage, fireplaces, biogas

1. INTRODUCCIÓN

En la ciudad de Cuenca a 21km del casco urbano en la parroquia Santa Ana, se encuentra desde el año 2001 el Complejo de Desarrollo Humano y Ambiental de Cuenca, que tiene alrededor de 123 hectáreas, donde en la actualidad, aproximadamente 430 toneladas de desechos sólidos son procesados diariamente y con una vida útil de 20 años[1].

El tipo de basura que llega hasta este complejo consta de un 65% de desechos domésticos, un 15-20% de desechos industriales y el resto es proveniente de otros sectores.

El correcto manejo de los desechos sólidos es un aspecto muy importante que se debe tomar en cuenta para un buen desarrollo de una ciudad, ya que detrás de esto se encuentran un sinnúmero de actividades y procesos técnicos que involucran diversas áreas de conocimiento, entre ellas la ingeniería civil, ya que un relleno sanitario es la construcción de una obra civil, donde existen aspectos técnicos tales como: la hi-

dráulica, la ingeniería sanitaria, el manejo de lixiviados es decir la construcción misma de la obra.

2. DESARROLLO

2.1. CONSTRUCCIÓN DEL RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario es una técnica para la disposición de los desechos sólidos en el suelo sin causar perjuicio al medio ambiente y sin causar molestia o peligro para la salud y seguridad pública.

Este método utiliza principios de ingeniería para confinar los desechos sólidos en un área la menor posible, reduciendo su volumen al mínimo aplicable, y luego cubriendo los desechos sólidos depositados con una capa de tierra con la frecuencia necesaria, por lo menos al fin de cada jornada.

Desde Punto de vista estructural, se deben tomar en cuenta aspectos como el estudio del suelo donde se va a cimentar el relleno sanitario, las condiciones de drenaje, estabildades de taludes, compactación del terreno, régimen hidrológico, topografía, entre otros.

Desde el punto de vista social, hay que tratar de llegar a un acuerdo con la población local, de manera de tener su apoyo para sí obtener un beneficio mutuo.

2.2. LA PARTE ESTRUCTURAL

2.2.1. UBICACIÓN

En lo que se refiere al área técnica para la ubicación del relleno sanitario se deben tomar en cuenta ciertas características geográficas del lugar donde se pretenda instalar la obra.

Según el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), en lo que concierne a la ubicación de un relleno sanitario se deben cumplir con varios parámetros entre estos:

a) El relleno sanitario debe ubicarse a una distancia no menor de 13 Km. de los límites de un aeropuerto o pista de aterrizaje.

b) No debe ubicarse en zonas donde se ocasione daños a los recursos hídricos (aguas superficiales y subterráneas, fuentes termales o medicinales), a la flora, fauna, zonas agrícolas ni a otros elementos del paisaje natural. Tampoco se deben escoger áreas donde se afecten bienes culturales (monumentos históricos, ruinas arqueológicas, etc.).

c) El relleno sanitario deberá estar ubicado a una distancia mínima de 200 m de la fuente superficial más próxima.

d) Para la ubicación del relleno no deben escogerse zonas que presenten fallas geológicas, lugares inestables, cauces de quebradas, zonas propensas a deslaves, a agrietamientos, desprendimientos, inundaciones, etc., que pongan en riesgo la seguridad del personal o la operación del relleno.

f) El relleno sanitario debe estar cerca de vías de fácil acceso para las unidades de recolección y transporte de los desechos sólidos.

g) El lugar seleccionado para el relleno sanitario debe contar con suficiente material de cobertura, de fácil extracción.

i) Se deberá estimar un tiempo de vida útil del relleno sanitario de por lo menos 10 años. [2]

Respecto a la topografía, podemos decir que es un factor muy importante, ya que de esto depende la cantidad de tierra disponible para cubrir a los desechos, así como facilitar el drenaje de los lixiviados aprovechando el gradiente del terreno.

Por ejemplo, en las regiones planas, el movimiento de tierras es muy limitado debido a que se deben realizar excavaciones muy profundas para obtener pendientes adecuadas para el drenaje de los lixiviados, además del costo adicional que implica el sistema de bombeo de estos líquidos.

Sin embargo, en el relleno sanitario de Cuenca se aprovecha la morfología de la zona, colocando las piscinas de los lixiviados en la parte más baja del terreno, para que estos salgan por acción de la gravedad.

Con respecto a la hidrología del sector, cabe recalcar que la localización del sitio para la implementación de esta obra, debe ser un lugar en donde no exista un registro de precipitaciones alto, debido a que el agua lluvia genera mayor cantidad de lixiviados.

2.2.2. IMPERMEABILIZACION DEL SUELO

La permeabilidad de los suelos deberá ser igual o menor que 1×10^{-7} cm/seg; si es mayor se deberá usar otras alternativas impermeabilizantes. [2]

En el caso del relleno de Pichacay se emplea un sistema de impermeabilización mixta, que consta de dos partes:

- Una capa de arcilla de 20cm de espesor compactada (mínimo 90% de prueba Proctor estándar).
- Una geomembrana de polietileno de alta densidad de 1mm de espesor que posee una elongación de hasta el 200%.

Estas membranas son unidas mediante un proceso de termo sellado, de manera que cubre toda la capa del suelo.

Cabe recalcar que después de la compactación de la arcilla, el suelo ya cumple con la impermeabilidad requerida según la normativa, sin embargo como un factor de protección adicional se usa la geomembrana, ayudando a que los lixiviados no ingresen al suelo.

2.2.3. DRENAJES



Figura 1 y 2. Construcción de los drenajes del relleno sanitario de Pichacay

Los drenajes cumplen una función indispensable en el proceso de conducción de los lixiviados, estos recogen los fluidos a través de una serie de drenes en forma de espina de pez, es decir un dren central principal en el cual desembocan los drenes transversales secundarios que se construyen con su pendiente respectiva para que estos fluidos sean transportados a las piscinas de almacenamiento.

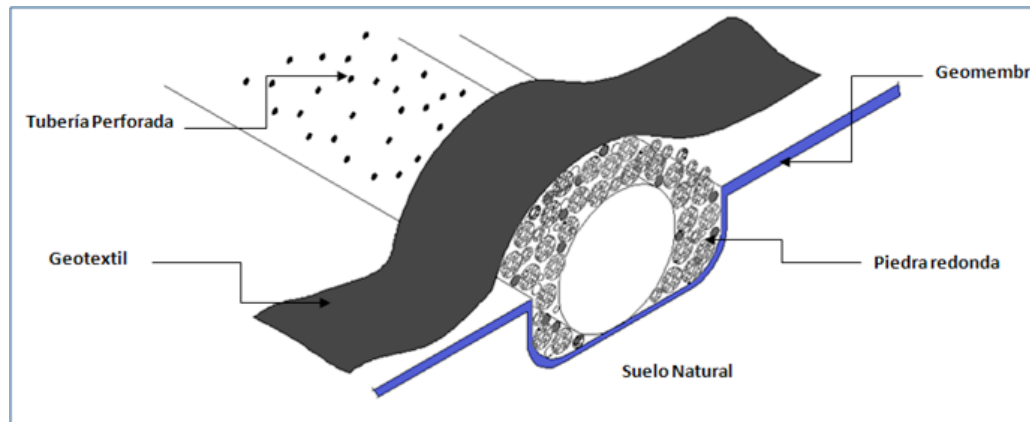


Figura 3. Representación Gráfica de un Drenaje Central de Lixiviados

Los drenes de lixiviados son estructuras rectangulares construidas con piedra redondeada que cubren a una tubería perforada de 160mm de diámetro y encima de todo esto se coloca una capa de geotextil no tejido de 0.25mm con una permeabilidad de 45x10⁻²cm/seg, la cual funciona como un filtro, permitiendo únicamente el paso de los líquidos y evitando así posibles obstrucciones. [3]

La tubería utilizada es de PVC, la cual tiene 1MPa de resistencia para soportar así las grandes presiones producto del peso tanto de los desechos como de la maquinaria. Deben además ser resistentes a las altas temperaturas del interior así como a las características corrosivas de los lixiviados. El volumen de almacenamiento promedio de los lixiviados es de 120m³/día, teniendo en verano alrededor de 20 m³/día y en invierno 150m³/día, los cuales se almacenan en piscinas de ferrocemento para después ser transportados en tanqueros de 3500 galones hacia las lagunas de oxigenación de ETAPA EP para su tratamiento.

2.2.4. CHIMENEAS

Desde el inicio de la compactación del suelo base se empiezan a colocar las

chimeneas, que no son más que ductos para la salida del biogás constituidos por una estructura de madera, malla, y piedra de río que en su interior contienen un tubo de polietileno de 200mm de diámetro, por las cuales se expulsa el gas producto de la descomposición de la basura. [4]





Figura 4 y 5. Construcción de chimeneas.

El biogás está compuesto esencialmente de gas metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y aproximadamente un 1% de sulfuro de hidrógeno (H₂S) el cual por su alto contenido de CH₄ es 21 veces más perjudicial para el efecto invernadero que el CO₂, razón por la cual es incinerado.



Figura 6. Incineración de biogás
 $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

Con esta reacción química se explica el proceso de combustión del gas metano para producir el CO₂ y el vapor de agua logrando así que el efecto contaminante se reduzca considerablemente.

Se está planificando la implementación de un sistema para el aprovechamiento del

biogás, el cual tiene un potencial energético de 1.5 a 2 MWts, suficiente para dotar de electricidad a las familias aledañas, recibiendo además una retribución económica por evitar la contaminación con este gas tan nocivo para el ambiente, debido al tratado de Kioto.

2.3. COMPACTACION DE DESECHOS

El relleno sanitario de Pichacay está concebido en tres etapas, actualmente se encuentra en la etapa 2, su estructuración es de la siguiente forma: fases, terrazas y celdas. (GRAFICO)

Las celdas son de aproximadamente 15x20x1.5m, con un peso específico de 1 tonelada/m³, siendo esto importante debido a que en sus inicios se tenía un peso específico de 0,75 toneladas/m³, lo que representa un ahorro del 25% en el espacio y por ende la vida útil del relleno.

Además de la optimización del espacio, la compactación es un factor muy importante a considerar ya que de esta depende la estabilidad del relleno, la permeabilidad de cada uno de los estratos conformados en las celdas, cabe mencionar que el tipo de compactación depende de las características de los desechos, ya que no es lo mismo emplear un método desarrollado para una zona donde la mayor cantidad de basura es inorgánica (países industrializados) en contraste a zonas donde la mayor cantidad de desechos son de tipo orgánico, como es el caso de nuestra ciudad.

La compactación es realizada en capas de 60cm de espesor y su grado de compactación depende de la energía de compactación de las máquinas.

Actualmente se cuenta con el siguiente equipo:

- Tractor Komatsu d65 190hp, 2007
- Excavadora Caterpillar 320cu 138hp, 2005
- Rodillo compactador Caterpillar

para relleno sanitario 816f2 232hp, 2010 Después de colocar y compactar los desechos, se coloca una capa de tierra de 20cm de espesor en la superficie, para evitar los malos olores el impacto visual en el paisaje, la misma que a su vez sirve como vía de acceso de la maquinaria que se utiliza.

Debido a que el conjunto de celdas conforman las terrazas, esta capa de tierra es removida casi en su totalidad cuando se concluye una terraza inferior y se pasa a la siguiente, esto se hace con el propósito de no impedir el paso de los lixiviados hacia los drenajes de la estructura.

Finalmente, el conjunto de terrazas conforman una fase del relleno sanitario.

3. ASPECTOS SOCIALES Y DE PAISAJE

Toda obra de ingeniería trae consigo impactos de orden social en el lugar donde se encuentra, mucho más una obra de este tipo. El impacto más grande es la ocupación del suelo, el impacto visual que tiene ver una montaña de basura y sobre todo los olores que esto genera.

Para mitigar estos problemas, los procesos que se llevan a cabo son los siguientes:

- Al finalizar una fase, esta es cubierta con una capa de tierra y se siembra plantas nativas, de manera de mejorar el paisaje.
- Se cuida el bosque protector que rodea al relleno sanitario con el fin de filtrar el aire, al igual que el uso de carbón activado para disminuir el olor de los lixiviados.

Desarrollo humano, el relleno sanitario constituye un importante factor de apoyo para el mejoramiento de calidad de vida y para el desarrollo humano de los habitantes de Santa Ana, mediante la entrega del 5% de sus ingresos anuales a la junta Parroquial. El relleno sanitario también ha significado una fuente de ingresos económicos para las familias aledañas al sector ya que la

mano de obra que labora en las instalaciones son personas de la misma comunidad, así como existen asociaciones que se dedican al reciclaje gracias al sistema diferenciado de recolección (se recicla 160 toneladas semanales) o en la elaboración de abonos orgánicos.

La administración del relleno sanitario tiene una política de puertas abiertas para proporcionar la participación activa de la comunidad de Santa Ana y de toda la ciudadanía, en el control y supervisión de nuestras operaciones.

Certificaciones, luego de las auditorías externas realizadas por parte del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), el relleno sanitario de Pichacay cuenta con las siguientes certificaciones internacionales.



Figura 7. Certificaciones de las normas ISO y OHSAS

ISO 14001(2004): Sistema de Gestión Ambiental.

OHSAS 18001(2007): Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

ISO 9001(2008): Sistema de Gestión de Calidad.

4. MONITOREO AMBIENTAL

En forma permanente se realiza el monitoreo ambiental de:

- Calidad del agua superficial, en 5 puntos del río Quingeo y un punto en la quebrada Capelo.

- Calidad de agua subterránea, donde existen cuatro puntos de monitoreo.
- Ruido Ambiental, tanto en el frente de trabajo como en las viviendas más cercanas al relleno y en la comunidad el Chorro y Playa de Los Ángeles.
- Emisiones gaseosas (biogás y aire ambiental).

En lo que se refiere a la instrumentación utilizada para este monitoreo:

- El relleno sanitario cuenta con una estación meteorológica para registrar permanentemente las condiciones climáticas del sector.
- Para monitorear la estabilidad de las terrazas conformada con los desechos sólidos dispuestos, se cuenta con una red de piezómetros e inclinómetros que permiten determinar las presiones internas en la masa de basura y su posible desplazamiento en el tiempo.

5. CONCLUSIONES

La conclusión más importante a la que podemos llegar con el presente trabajo es que el relleno sanitario no es simplemente un “botadero” de basura, sino que es una obra civil que involucra varios aspectos técnicos, ambientales y sociales. La ciudad de Cuenca al contar con el relleno se encuentra preocupada en el bienestar y salud pública de todos los ciudadanos ya que sin este la situación fuese muy diferente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] EMAC (2010,) *Un Relleno con la receta para preservar el medio ambiente, Mundo de Calidad: 8-9.*
- [2] *Presidencia de la Republica (Ecuador). Libro VI Anexo 6: Normas de Calidad Ambiental para el manejo y disposición final de desechos sólidos no peligrosos. Quito : 2003*
- [3] Galo Vázquez (2012) *Encargado del Relleno Sanitario de Pichacay [Entrevista].*
- [4] EMAC (2005,) *Gestión Integral de Residuos Sólidos [Online]. http://www.globalmethane.org/documents/events_land_20061129_cuenca.pdf*

“El logro es, ante todo, el producto de la constante elevación de nuestras aspiraciones y expectativas”
