



Evento: XXVIII Seminário de Iniciação Científica

DISEÑO DE BARRERAS DE FONDO PARA RELLENOS SANITARIOS UTILIZANDO SUELOS LATERÍTICOS MISIONEROS COMPACTADOS¹

**DESIGN OF BARRIERS FOR LANDFILLS USING COMPACTED LATERITIC SOILS FROM
MISIONES-ARGENTINA**

**Franchini Andrea Belén², Burtnik Anahí Belén², Reinert Hugo Orlando³, Bogado
Gustavo Orlando⁴**

¹ Proyecto de investigación. Código 16/I157. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones (UNaM). Argentina.

² Becario de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

³ Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

⁴ Investigador Asistente. CONICET- Consejo de Investigaciones científicas y técnicas. Docente Investigador. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Misiones. Argentina

RESUMO

Es de vital importancia en el contexto mundial diseñar espacios donde disponer eficientemente los residuos sólidos urbanos. Para lograrlo, debemos considerar el uso de materiales y tecnologías disponibles y económicamente rentables. En base a las investigaciones realizadas para determinar las características hidráulicas y geomecánicas de los suelos misioneros, el presente trabajo propone un diseño de Rellenos sanitarios utilizando los mismos tanto como suelo impermeabilizante como para las barreras internas. Para dicho diseño se tienen en cuenta los requerimientos de normativas internacionales y las características topográficas, hidrogeológicas y climáticas de la zona. Se busca con este artículo generar una base de referencia para el diseño de rellenos en diferentes zonas de la provincia.

Palavras-chave: Aterro sanitário. Barreiras. Impermeabilidade. Lixiviado. Lixo.

INTRODUÇÃO

En primer lugar, definimos un relleno sanitario como un método de disposición final de basura compuesto de sucesivas capas de basura compactada y suelo, el cual debe estar correctamente diseñado para que los líquidos y gases generados no contaminen los recursos naturales. Se debe garantizar la estanqueidad del sistema, tanto para que no ingrese agua del exterior, como que no se filtre el lixiviado producto de la descomposición de la basura.

Uno de los principales elementos utilizados como barreras son suelos poco permeables, según las normativas internacionales (UESPA 1995) la conductividad límite para suelos, utilizando agua como fluido es $k_{lim}=1,00 \text{ E-7cm/seg}$. Según los resultados de la investigación realizada en el proyecto “Comportamiento Hidromecánico De Suelos Residuales



Compactados Para Su Empleo En Barreras De Rellenos Sanitarios”, se determinó que la conductividad promedio del suelo misionero, para una compactación Próctor Tipo 3 corresponde a los siguientes valores de la tabla 1:

Tabla N°1: Permeabilidad Promedio del Suelo Laterítico Misionero

Designación	Coeficiente “k” promedio		Permeabilidad limite (UESPA (1995))
	con agua	con lixiviado	
FI010	6,3263E-09 cm/seg	4,8087E-09 cm/seg	1,0000E-07 cm/seg
FI011	2,5822E-08 cm/seg	7,4701E-09 cm/seg	1,0000E-07 cm/seg

Para el diseño se tuvieron en cuenta las condiciones generales de la Provincia de Misiones, considerando como factor de mayor influencia las características hídricas particulares, las cuales generarían un gran impacto (incluso a nivel mundial) en caso de ser contaminadas. La elección del terreno apto para la construcción de un predio de deposición final de desechos urbanos deberá tener en cuenta:

- Minimizar el impacto ambiental: debe encontrarse alejado de los cursos de agua (distancia mínima a fuentes superficiales y subterráneos >500m), así como de los centros urbanos (distancia mínima >1000m).
- Minimizar la distancia de transporte, garantizando la accesibilidad al sitio.
- Disponer de extensión suficiente para garantizar el funcionamiento del predio durante la vida útil proyectada del relleno sanitario, considerando el crecimiento de la población.

METODOLOGIA

En primer lugar, se definió el Grado de Complejidad del Sistema. En este caso, debido a que en la provincia de Misiones el nivel de la primera napa freática usualmente se encuentra una baja profundidad, y a la importancia de conservar intactos los recursos hídricos subterráneos de la zona, se considera que el relleno sanitario será de una **Complejidad Alta o Media-Alta**. La elección final dependerá del terreno particular elegido, al cual se deberán realizar los estudios topográficos, geológicos, hidrogeológicos y geotécnicos pertinentes.

Finalmente, en función a lo estudiado se determinará el método de diseño del relleno sanitario, en este caso se optó por un método combinado (Área+Trincheras). Esta elección se debe a que el terreno natural en la mayoría de la provincia si bien no es plano, no posee una pendiente muy pronunciada, y resulta de fácil extracción el suelo presente. Así mismo, no se puede extender mucho en profundidad, debido a la cercanía de las napas, por lo que el método



elegido combina la disposición subterránea y sobrenivel presentando una mayor capacidad total.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

El relleno sanitario se divide en cuatro sistemas principales, el sistema de impermeabilización del fondo, sistema de capas interiores, el sistema de finalización y los sistemas de drenajes de líquidos y gases.

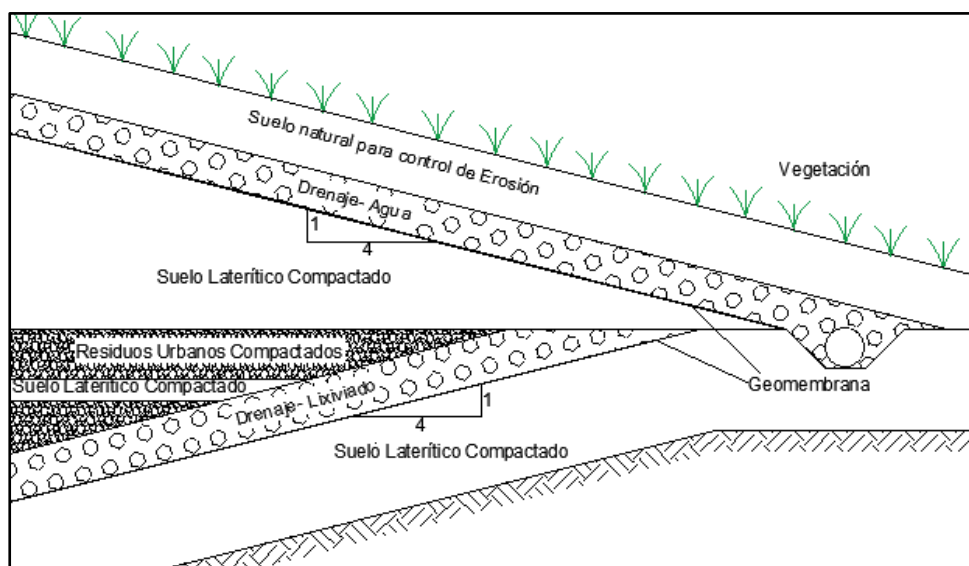


Gráfico N°1: Esquema de Relleno Sanitario propuesto

Sistema de impermeabilización:

Debido al grado de complejidad adoptado, la impermeabilización del relleno deberá realizarse con una combinación de una capa de arcilla compactada de al menos 1m y geomembranas. Por debajo de la geomembrana se dispone suelo poco permeable, en nuestro caso, suelo laterítico compactado con un Proctor Tipo 3, a humedad óptima. Lo cual reemplazaría a las arcillas bentoníticas usualmente utilizadas. Todo el paquete se dispondrá tanto en el fondo como en el talud de cierre, el cual se dispone en una pendiente de aproximadamente 4:1(H:V).

Sistema interno:

En el interior del relleno sanitario, se continuará con la capa de arcilla a fin de formar un fondo con pendientes de drenaje del 4% (debe ser >2% según las normativas), que desagüen en sumideros ubicados cada 20m de distancia, teniendo 1m de espesor en las partes más bajas.



Sobre dicha arcilla se colocará un dren de arena, compuesto de una capa de 0,3m de arena gruesa. Se dispone la arena de forma tal que quede una superficie plana al finalizar esta. Allí se dispondrán las capas diarias de residuos compactados y una vez finalizada la jornada se cubrirán con una capa de 0,10m de suelo laterítico compactado. Esto se repetirá hasta alcanzar una altura de 3m, donde se colocará una capa de 0,30cm de suelo impermeabilizante. Allí comenzará nuevamente el proceso de deposición de residuos y tierra compactados hasta los siguientes 3m.

Sistema de cierre:

El cierre final del relleno sanitario, para sistemas con complejidad alta y media alta debe cumplir con varias capas de materiales que garanticen la estanqueidad y el correcto funcionamiento del sistema. La primera capa se denomina “de control de infiltración” y consiste en 45cm de un suelo compactado cuya máxima permeabilidad sea de 1×10^{-5} cm/s. Como se ha demostrado anteriormente, el suelo misionero compactado es apto para este uso. Seguidamente se coloca nuevamente una capa de geomembrana y sobre ésta una capa de drenaje de arena y grava, de aproximadamente 50cm, y en los laterales se dispondrán cañerías para recolectar el agua de lluvia. Luego, se dispone una capa de control de la erosión, la cual debe ser suficiente para garantizar la humedad requerida por las plantas que se dispondrán en la superficie. Finalmente, se cubre la superficie con una capa de vegetación de bajo mantenimiento que ayude a evitar la erosión del suelo dispuesto.

Sistema de drenajes:

En este ítem se deben distinguir tres tipos de fluídos: lixiviado, agua de lluvia y gases de descomposición.

- Lixiviado: Como se planteó anteriormente, se propone un sistema de drenajes interno para la recolección del Lixiviado realizado en arena y grava, generando una superficie de escurrimiento con una pendiente de 4% el cual desagua a una cañería perforada (Sumidero) de recolección, recubierta con un geotextil para evitar el ingreso de material fino. El diámetro de los caños dependerá de la cantidad de lixiviado generado. La pendiente longitudinal de las cañerías será del 2% y el distanciamiento entre ellas se propone cada 20m.



- Agua de Lluvias: en los perímetros de la celda se dispondrán drenes de arena y grava para garantizar el escurrimiento, así como caños de recolección. Las dimensiones de los caños se deben dimensionar para un flujo de precipitación con una recurrencia de 25 años, y la velocidad de escurrimiento menor a 0,30m/s.
- Gases: se dispondrán chimeneas cada 20m, debiendo colocarse al menos 4 por celda. Así mismo, en las obras complementarias se deberá prever la colocación de zanjas de venteo en los perímetros del predio.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Si bien se plantea una propuesta general de los rellenos sanitarios, los parámetros se deberán ajustar según la cantidad de residuos sólidos urbanos generados por la zona a abastecer, así como las particularidades de cada ubicación. Al presente trabajo se deberán adicionar los planteos de los circuitos viales, así como las instalaciones complementarias que se deben disponer en una central de residuos urbanos, tales como vallado perimetral, garita de seguridad, laboratorios, centros de recolección y tratamiento de lixiviado y gases, entre otros.

AGRADECIMENTOS

Se agradece a EVC-CIN y EICyT-UNaM por las becas otorgadas a los alumnos Franchini y Burtnik. Se agradece al Dr Franco Francisca por sus colaboraciones en la temática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] República de Colombia, Ministerio de Desarrollo Económico, Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. **Reglamento Técnico Del Sector De Agua Potable Y Saneamiento Basico**. -.BOGOTA D.C., 2000.

[2] Franchini, Andrea B. et al. **Comparación entre la conductividad hidráulica de suelos residuales, utilizando agua versus lixiviado**. XXVIII SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2020.

[4] Tkachuk, Matías G. et al. **Variación de la conductividad hidráulica en suelos residuales compactados según parámetros de compactación**. JORNADAS DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, EXTENSIÓN, VINCULACIÓN Y MUESTRA DE LA PRODUCCIÓN, 2020.