

TRABAJO INTEGRADOR DE LA ESPECIALIZACION
EN INGENIERIA AMBIENTAL (UTN. FRBB) 2022

Proyecto:

Reutilización de módulos clausurados en rellenos sanitarios

Ing. Rodríguez Vanesa

Profesora: Ing. Aloma Sartor

Contenido

1.	Introducción.....	2
2.	Objetivos específicos.....	2
3.	Marco normativo.....	3
4.	Descripción del proyecto.....	4
5.	1era Etapa: Verificación de reutilización.....	5
	Procedimiento de elección rápida del sector a reutilizar.....	5
6.	2da Etapa: Estudio de antecedentes técnicos	5
	Análisis de estudios	5
	a) Antecedentes; EIAp	6
	b) Análisis descriptivo; Memoria	6
	c) Normativas: tendidos eléctricos	6
	d) Geología; Calicatas	6
	e) Característica del sitio; Superficie y Cotas actuales de coronamiento	7
	f) Caracterización; residuos de los módulos clausurados.....	7
	g) Ambientales; monitoreos	7
	h) Hidrogeológicos; Niveles freáticos.....	7
	i) Análisis de riesgos.....	8
	j) Atmosfera; Venteos.....	8
	k) Climatología	8
	l) Meteorología; Vientos predominantes.....	8
	m) Análisis Vida útil	8
	n) Aspecto socioeconómico	8
	o) Aspecto Geotécnico	9
7.	3ra Etapa: Procedimientos de saneamiento y de construcción	10
	a) Procedimiento técnico de saneamiento y construcción	10
	b) Procedimiento de Limpieza y saneamiento.....	10
	c) Procedimientos de construcción.....	11
8.	Conclusión.....	12
9.	Bibliografía	12

1. Introducción

Este proyecto es la evaluación de un plan para la reutilización de módulos clausurados de rellenos sanitarios, donde se dispusieron Residuos Sólidos Urbanos (RSU), Residuos de Construcción y Demolición (RCD), Verdes y voluminosos, constituyendo una estrategia para aumentar la vida útil del espacio físico finito y eliminar pasivos ambientales en el caso de que los hubiera. Esta evaluación también elabora documentación donde se detallan los aspectos operativos de las distintas etapas del servicio. Se analizará el caso desde que inicia su operación hasta la clausura de los módulos.

Dada la complejidad y dificultad de elegir nuevas localizaciones destinadas a la construcción de rellenos sanitarios, se realiza el estudio de las capacidades de captación de nueva carga a los módulos ya cerrados, convirtiéndose en uno de los fundamentos más importantes para analizar la factibilidad de la reutilización de un módulo cerrado.

Este análisis de la reutilización de los módulos podría convertirse en una alternativa de menor costo y menor impacto ambiental, que requiere la redacción de procedimientos operativos y estándares ambientales de cumplimiento, tanto para evaluar el potencial de su posible reutilización, tipo de tecnología y formas de gestión.

2. Objetivos específicos

- Incluir en la agenda municipal la reutilización de módulos clausurados.
- Brindar procedimientos operativos y medioambientales.
- Analizar y evaluar las etapas de proyecto.
- Analizar y evaluar las etapas constructivas.
- Identificación y descripción de los programas de mitigación, prevención, corrección y/o remediación.

3. Marco normativo

- Ley Nacional General del Ambiente N° 25675, presupuestos mínimos.
- Ley 5965; Protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y atmosfera.
- Ley 25831; Nacional Régimen Acceso a la Información Pública Ambiental.
- Ley 25916; Gestión Integral de Residuos Domiciliarios.
- Ley Nacional 11459; Radicación Industrial.
- Resolución 1143/02, Disposición de residuos en rellenos sanitarios.
- Ley 13.592 de “Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos”
- Ordenanza N° 14509 de adhesión.
- Decreto 3395/96 y Resolución N° 242/97 de la Secretaría de Política Ambiental sobre efluentes gaseosos.
- Ley Seguridad e higiene en el trabajo 19587
- Ley provincial 14.343, Pasivos Ambientales.
- Ley 24065. Resolución ENRE 382/2015 seguridad de línea.
- Ley 11720; Residuos peligrosos
- Ord 19374; Residuos Sólidos Urbanos
- Resolución 367/10; Gestión residuos domiciliarios
- Resolución 338/12; Vuelco de efluentes líquidos industriales.

4. Descripción del proyecto

Un relleno sanitario es una obra de ingeniería diseñada para disponer de manera segura residuos, en el cual se les da destino final a los RSU, residuos de RDC y voluminosos y verdes, están conformados por un conjunto de módulos; y estos subdivididos en celdas construidas dentro de estos módulos requieren impermeabilización para contener la percolación de los lixiviados producidos por la putrefacción de los residuos y evitar que éstos contaminen las napas, con una finita vida útil.

Este proyecto responde a la necesidad de encontrar nuevas alternativas ante la finalización de la vida útil de un relleno sanitario. La búsqueda de otro lugar adecuado y la instalación de un nuevo predio se enfrentan siempre al cumplimiento de los requisitos de marcos normativos, el cumplimiento de los mecanismos administrativos, de aprobación y la aprobación social del proyecto.

Para un nuevo predio se debe pensar en los tiempos de elección de tierras, elaboración de la pre factibilidad, aprobación por el Concejo Deliberante , aprobación por la Mesa de Residuos, elaboración y evaluación de impacto ambiental, aprobación por Audiencia Pública, cambio de propietarios, elaboración y aprobación del nuevo pliego con proyectos que cambien la perspectiva de relleno sanitario, licitación y adjudicación, en su conjunto el proceso puede llevar aproximadamente más de 5 años, si las tierras son aprobadas inmediatamente.

Una vez decidido plantear la reutilización debe cumplirse 3 etapas de proyecto, 1era Verificación de reutilización, por medio de un checklist con el cual puede determinar si podría ser factible el estudio profundo, 2da de antecedentes técnicos para determinar puntos críticos y establecer posibles pasivos ambientales y con esto determinar la toma de decisión, si es posible poder realizar el procedimiento de reutilización del módulo y la 3ra de procedimientos de construcción y ambientales.

5. 1era Etapa: Verificación de reutilización

Procedimiento de elección rápida del sector a reutilizar

Para considerar un sector a reutilizar, este debería cumplir con la verificación de la siguiente tabla N°1, checklist.

Tabla N°1. Datos de rápida elección

		SI	NO	OBSERVACION
1	Tendidos electricos sobre modulos		X	Según el ENRE y sus restricciones
2	Distancia a la napa > 50 cm	X		Distacia fondo de celda con la napa freatica
3	Resistencia fondo de celda >60 stp	X		
4	Diferencia entre cota de proyeccion y cota de residuos >10 metros	X		
5	Tipo de impermeabilizacion cumple con la Ley	X	X	Si es positivo o negativo se pueden tomar distintas estrategias para realizar la reutilizacion
6	Cantidad de años que se encuentra clausurado >20 años	X		Para tener la degradacion total de la parte organica
7	Distancia >3km al aeropuerto	X		No quedar dentro del triangulo de aeropuerto
8	Distancia a urbanizaciones >500m	X		Según legislacion

Y en caso de no aprobar el listado, no será factible su estudio, ya que cualquier de ellos son requerimientos de las leyes actuales

6. 2da Etapa: Estudio de antecedentes técnicos

Análisis de estudios

Aprobado el checklist, se realizarán estudios más exhaustivos, sobre los módulos de relleno a reutilizar por lo que se deben investigar, los antecedentes técnicos y de operación necesarios para evaluar el potencial de uso. En este caso y debido a las diferentes etapas en la concesión de la operación del relleno, esta información será extraída de Pliegos de licitación, informes internos; y el conocimiento de los operarios del sector. Los siguientes puntos para determinar la viabilidad del mismo.

a) Antecedentes; EIAP

Estos antecedentes, nos guiarán con datos de archivo sobre procedimientos de construcción, impermeabilizaciones, interferencias, niveles guía, todo aquello que nos sirva para establecer la aptitud para reutilizar el módulo.

b) Análisis descriptivo; Memoria

Secuencia de crecimiento del relleno, de forma gradual como la siguiente tabla N°2, para evidenciar la cantidad de años que estuvo cada módulo desde su clausura.

Tabla N°2. Datos vida útil

Modulo	Año Inicio	Año clausura	Vida util de cada modulo
I			
II			
III			
IV			
V			
IV			
		Total	

También deben realizarse las estimaciones de toneladas de ese modulo al año de su clausura aproximadamente de tn de residuos, con su volumen actual, para determinar en caso de traslado del material el volumen, como la siguiente Tabla N°3.

Tabla N°3. Datos volumétricos

Sector	Sup m2	Esp calicata m	Vol m3	Vol con esponjamiento 1,3

A esto se le debe adosar planos con las superficies a ocuparse

c) Normativas: tendidos eléctricos

El Ente nacional regulador de la electricidad (ENRE) determina las restricciones y limitaciones al dominio que deben regir en la superficie de los predios afectados por tendido eléctricos, por el derecho de servidumbre administrativa de electroducto, dentro de la franja establecida se prohíben instalaciones actividades.

d) Geología; Calicatas

Estudio, de la composición del suelo y de los niveles de fondo, para determinar en caso de que no haya datos de lo real y/o se pueda verificar los datos aportados. Estos se deben documentar, fotografiar, medir y georreferenciar, de los cuales se van a obtener, con estos cateos el tipo de impermeabilización de fondo. Esta información, así como los datos sobre la calidad de agua subterránea, agua arriba y abajo del módulo, son relevantes para determinar el tipo de gestión que podrá realizarse para su reutilización. Se analizará si solo se aumenta la cota de coronamiento o se debe remediar e impermeabilizar el fondo de modulo, influyendo la ecuación económica del proyecto.

e) Característica del sitio; Superficie y Cotas actuales de coronamiento

Se deben realizar los planos de superficies y de cotas de nivel (Figura N°1), de coronamiento máxima, cota sobre el borde del talud perimetral, medidas rectificadas

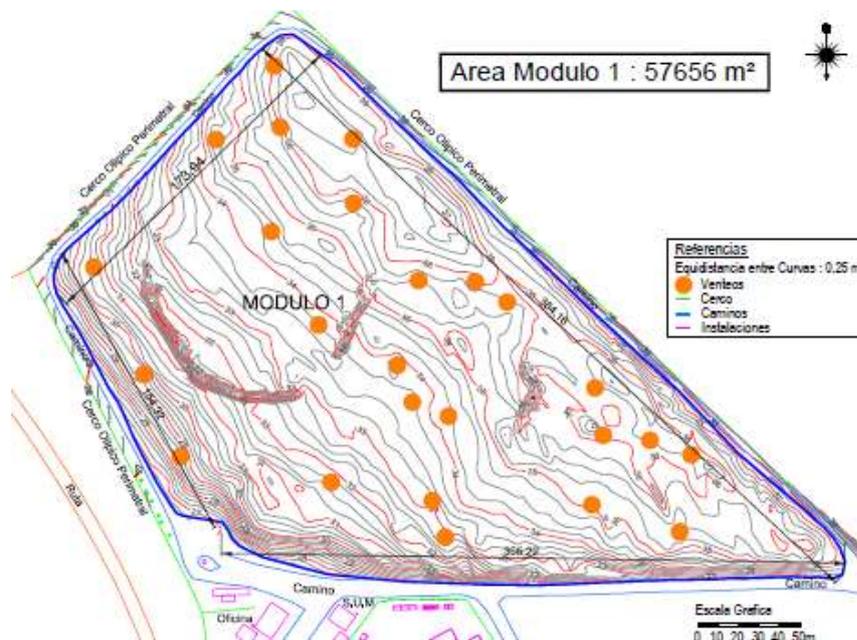


Figura N°1: Modelo de plano.

Los datos de altura y pendiente son los que definirán cuál es el volumen máximo a disponer en el sector ya que influye en la ecuación económica. En este caso debe tenerse en cuenta existen módulos de rellenos sanitarios que se cerraron antes de la Resolución 1143/02 que permite alcanzar hasta una altura de 22 metros desde la base del fondo de celda.

f) Caracterización; residuos de los módulos clausurados.

Realizar este procedimiento nos podría llevar a determinar qué porcentaje será apto para reciclar, así disminuyendo el volumen final a trasladar en caso de que la impermeabilización de fondo de modulo no sea correspondiente con la Ley vigente.

g) Ambientales; monitoreos

Dentro de los monitoreos ambientales se obtiene los niveles guía, para determinar la base cero o natural, este mismo debe contener los puntos de ubicación referenciados para establecer los niveles de napa, este punto debe estar estudiado comparado y graficado con los niveles guía, para determinar los pasivos ambientales. Generación de lixiviados en el sector seleccionado, muestran el índice de putrefacción del residuo.

h) Hidrogeológicos; Niveles freáticos

Desde los puntos de monitoreos ambientales aprobados por la autoridad del agua, se puede determinar los niveles freáticos, con estos datos se puede realizar un mapa de escurrimientos de nivel freático para ver qué puntos de monitoreo pueden verse afectados directamente en caso de que haya fugas.

i) Análisis de riesgos.

Esta tabla indicara cuales pueden ser los potenciales peligros, de la apertura de un relleno clausurado. Fortalezas/oportunidades/debilidades y amenazas.

j) Atmosfera; Venteos

Estos ayudan a la eliminación hacia la atmosfera de los gases, si se pudiera solo aumentar la cota de coronamiento, estos deberían se continuados hasta el nuevo coronamiento, pero en el caso que se tenga que realizar completamente, estos deberían comenzar en el fondo de celda.

k) Climatología

La cantidad de Agua de lluvia por año implica pensar en bermas de contención para que no se mezclen aguas de lixiviados con aguas superficiales.

l) Meteorología; Vientos predominantes

Estos tienen que estudiarse, ya que podría verse afectado en el movimiento del traslado de residuo generando material particulado, afectando los alrededores.

m) Análisis Vida útil

Obtenidos los datos de nivel de napa freática junto con la altura, y superficie, se puede calcular la cantidad de años que puede durar el módulo a realizar como la tabla N°3. Y N°4

Tabla N°3. Volumen útil

Volumen estimado			
Modulo	Superficie m2	Cota Coronamiento	Vol estimado util m3

Tabla N°4. Vida útil

Vida util			
Vol m3	vol m3/sem	semanas	años

n) Aspecto socioeconómico

Este punto bastante importante al poder comparar un análisis de un relleno en un nuevo predio, con el de la reutilización. Datos que se utilizaron para el cálculo como la tabla N°5

7. 3ra Etapa: Procedimientos de saneamiento y de construcción

Ya aprobadas las etapas 1 y 2, ya se puede realizar los siguientes procedimientos

a) Procedimiento técnico de saneamiento y construcción

La reutilización del módulo, es una tarea física que consiste en el levantamiento del material dispuesto del sector del predio, que no cumple con las leyes vigentes.

Se retira todo el residuo, continuando con una correcta compactación de fondo de celda y taludes con sus correspondientes pendientes, como la figura N°2, se construye los drenes, se realiza la impermeabilización de la base con bentonita sódica, se continúa con la segunda etapa de impermeabilización de geomembrana, finalizando con una cobertura de suelo, para la protección de la misma.

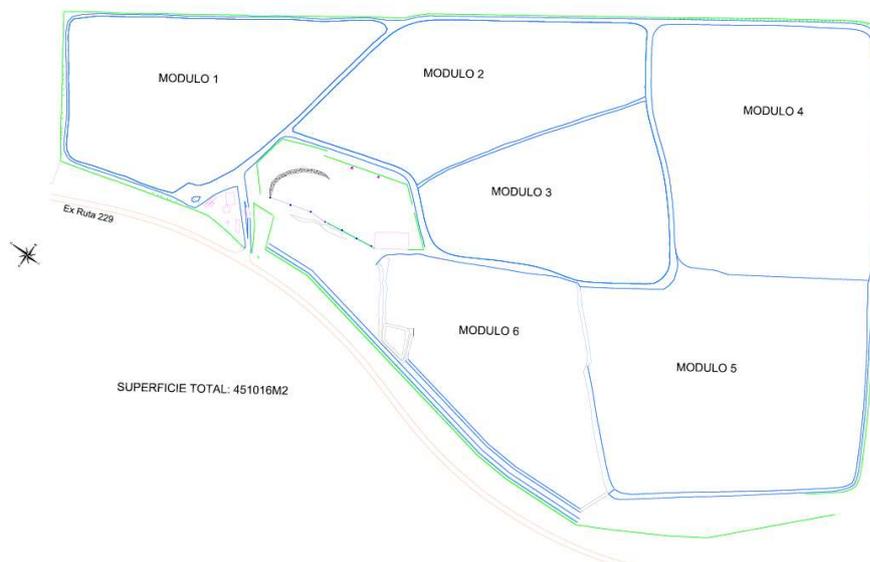


Figura N°2: Plano base para observar el sector a sanear, limpiar y construir

b) Procedimiento de Limpieza y saneamiento

- Limpieza

Se comenzará con la limpieza y destape del coronamiento del módulo por sectores a reubicar.

- Saneamiento

El saneamiento del sector consistirá en el retiro del material con retroexcavadora el cual va a cargar las bateas y estas se dirigirán al punto para ser descargado, estos residuos serán compactados y cubiertos con una tapada intermedia, hasta llegar a la cota de coronamiento.

Para finalizar la etapa de saneado, esta extracción de material se realizará hasta donde cambie el tipo de suelo (esquema de maniobra).

c) Procedimientos de construcción.

- Saneamiento

Lixiviados: Se tendrá consideración el factor clima para que no se generen lixiviados, el agua de lluvias perjudicaría las maniobras y a su vez estas entrarían en contacto con los residuos generando la percolación, estos deben ser saneados inmediatamente

Material particulado y de voladura: Se tendrá en cuenta la velocidad del viento, ya que este podría arrastrar material particulado hacia el personal, el maquinista los epp correspondientes, una máscara de carbón activado, lentes de seguridad y mameluco descartable, ya que la cabina es cerrada, pero por precaución, se tendrá el equipamiento adecuado. La misma atención se dará a los choferes de los camiones que estarán implicados en la maniobra, con tapa o lona.

En el momento del saneamiento se tendrá en cuenta la posible rotura de impermeabilización correspondiente al fondo de celda, en estos casos se impermeabilizará inmediatamente con bentonita sódica, mezclada al 8% para que los posibles líquidos lixiviados no percolen hacia el suelo natural.

- Construcción

Una vez saneado el sector, se realizará la celda del módulo, como la figura N°3, la cual está compuesta por fondo de celda, bermas, taludes y drenes.

Se abordará en primera medida a los taludes, se le realizaran los ángulos de talud correspondiente a lo solicitado en la Ley vigente junto con una debida compactación, sobre este se colocará una capa de 20 cm de suelo limpio mezclado con bentonita para su impermeabilización, adecuadamente compactado.

Luego se continuará con el fondo de celda, en el cual se realizará en las pendientes de fondo, con dirección hacia los drenes, se impermeabilizará con una geomembrana de 1500 micrones, cumpliendo los requisitos del decreto 1143/02.

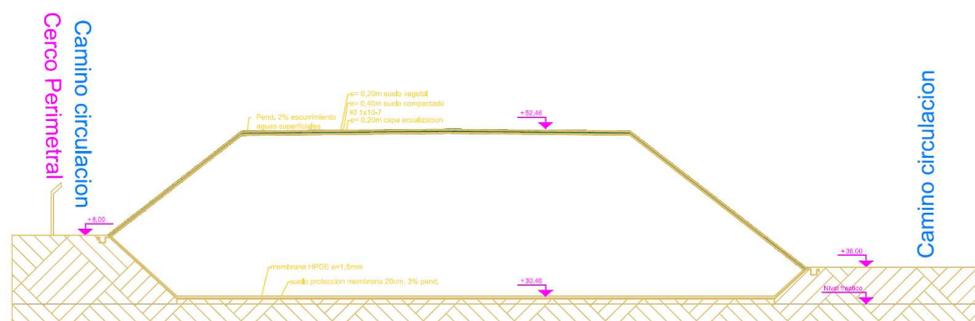


Figura N°3: Corte transversal de una celda de modulo

Se finaliza con una capa superficial de suelo seleccionado, para protección superficial de las membrana.

8. Conclusión

Con los resultados obtenidos, del sector a reutilizar, teniendo en cuenta todas las condiciones presentadas y datos fehacientes, se puede demostrar qué módulo puede ser reutilizado y cuál es el procedimiento más adecuado.

La reutilización de módulos cerrados con anterioridad a que se permita que la altura sea 22 metros, permite identificar nuevas posibilidades de uso de las celdas; sin embargo, requiere un análisis ambiental profundo y de la estabilidad del módulo. Estas condiciones serán definitivas para decidir el tipo de operación a realizar teniendo como marco la normativa actual para la construcción y operación de rellenos sanitarios. Por lo que también puede ser una oportunidad de sanear aquellos casos en que se encuentren pasivos ambientales.

También esta alternativa, es válida para basurales a cielo abierto, encapsulando los pasivos, realizando así la remediación de los lugares contaminados.

Toda la alternativa presentada es un proyecto de manera rápida, dando una solución a un problema que se encuentra de largo plazo, pudiendo remediar sectores que no cumplen con las leyes vigentes, eliminando así los pasivos ambientales, eliminando así futuros problemas a los municipios.

9. Bibliografía

AIDIS ARGENTINA. (2002). **Diagnóstico de la situación de residuos Sólidos en Argentina**. Argentina.

Aran M.(2014) Clausura de vertedero municipal Venado Tuerto; UTN FRVT.(Pág. 48, 146-158)

Coman/Cepis/OPS.. (2004). **Guía técnica para la conversión de botadero de residuos Sólidos Urbanos**; Lima Perú.

Ing. Civil Lascano Martínez F. (2007). **Guía para el diseño, construcción, operación, mantenimiento de relleno sanitarios**; Universidad Ambato, Ecuador.

Medina M. (2018). **Problemas geotécnicos en rellenos sanitarios**. (Pág. 12-20) UTN FRC.

Mero Santini R.. (2021). **Prefactibilidad y reubicación de relleno sanitario en la parroquia Machalilla**; (Cap. 5) Conto Puerto Lopez: Facultad Estatal Del Sur.

Ministerio de Ambiente. **Guía metodológica para el desarrollo del estudio de caracterización de residuos Sólidos Urbanos**. Perú.

(2009). **Gestión de residuos sólidos urbanos**. Secretaria de asuntos municipales y Ministerio del interior. (Pag. 15-21) Argentina.

Manual para el cálculo del costo de la gestión integral de residuos sólidos urbanos. Observatorio Nacional para la gestión de residuos sólidos urbanos.

Municipalidad de Nueva Esperanza. (2017). **Remediación Ambiental y Clausura de vertedero Municipal**. (Pag.8-10). Paraguay.

Varga M.. (2009). **Modelo de Balance hídrico para a estimación de los caudales de lixiviados generados en la operación del relleno sanitario del centro industrial del Sur Eguacal.** Helenio Antioquía.