



# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

**“MANEJO DE LOS DESECHOS SÓLIDOS QUE SE PRODUCEN EN LA  
CIUDAD DE PASAJE – PROVINCIA DE EL ORO”**

### **PROYECTO DE GRADO**

Previa a la obtención del Título de:

### **INGENIERO CIVIL**

Presentado por:

**JAIME RICARDO FARFÁN VERA**

**LUCIO ANDRÉS MÁRQUEZ GONZAGA**

**GUAYAQUIL-ECUADOR  
2017**

## **DEDICATORIA**

Dedico de manera especial a Dios, a mis padres Boris Farfán y Marcela Vera, que siempre estuvieron a mi lado, a mi hija Emilia, que me motiva a ser mejor cada día, a mi abuela Mercy, que desde el cielo me guía, a mis hermanos, familiares y amigos.

Jaime Ricardo Farfán Vera

## DEDICATORIA

Agradezco a Dios por su amor y bendiciones en todo momento.

A mis padres Milton Márquez y Melva Gonzaga, por ser el pilar principal en mi vida, por su apoyo incondicional, todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

A mis hermanos Marlon Y Andrea que me dieron fuerzas para seguir adelante, amigos y personas especiales que de algún modo estuvieron en mi vida.

Lucio Andrés Márquez Gonzaga

## **AGRADECIMIENTO**

A la Escuela Superior Politécnica del Litoral, a todos los profesores que nos han guiado y compartido sus conocimientos, a nuestro tutor de tesis PhD. Ing. Miguel Ángel Chávez, por un gran guía, un ejemplo a seguir, y un amigo.

Jaime Ricardo Farfán Vera

Lucio Andrés Márquez Gonzaga

# **TRIBUNAL DE GRADUACIÓN**

---

**PhD. Hugo Equez Alava  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

---

**PhD. Miguel Ángel Chávez Moncayo  
DIRECTOR DE MATERIA INTEGRADORA**

---

**MSc. Luis De Grau  
MIEMBRO EVALUADOR**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, nos corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma, a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la  
ESPOL)

---

**Jaime Ricardo Farfán Vera**

---

**Lucio Andrés Márquez Gonzaga**

## RESUMEN

El presente anteproyecto, muestra el diseño de un relleno sanitario para el cantón Pasaje. Se consideran alternativas de lugares, donde implantar la obra de saneamiento; donde se escogió la opción más factible, considerando restricciones en base a la ubicación del terreno y el análisis ambiental de la construcción del relleno en estos.

Se determinó que la alternativa viable en este trabajo, es el terreno ubicado en el complejo ambiental BIJAORYACU km 2 de la vía Pasaje-Palenque, frente al actual relleno del cantón, está cerca de la población y tiene una vía de acceso transitable durante todo el año.

Cabe recalcar que el terreno es llano-montañoso se ve afectado por épocas de fuente invernal, la construcción de canales de drenaje para la acumulación del agua y los lixiviados fue necesaria.

Además, se realizó un presupuesto donde se muestra el costo de la construcción del relleno sanitario, en el terreno seleccionado para este

proyecto. Un corto análisis de impacto ambiental demuestra los efectos positivos y negativos que ocasionan la construcción de la obra al entorno.

## INDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	IV
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN .....	V
DECLARACIÓN EXPRESA .....	VI
RESUMEN .....	VII
ABREVIATURAS .....	XVII
SIMBOLOGÍA .....	XVIII
INDICE DE FIGURAS .....	XXII
INDICE DE TABLAS .....	XXIV
<b>CAPITULO 1.....</b>	<b>27</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>27</b>
1.1    Preámbulo .....	28
1.2    Planteamiento del Problema.....	28
1.3    Hipótesis.....	29
1.4    Objetivos.....	30

1.4.1	Objetivo General .....	30
1.4.2	Objetivos Específicos.....	30
1.5	Metodología de estudio. ....	31
1.5.1	Propósito.....	31
1.5.2	Justificación .....	31
1.5.3	Tipo de Metodología .....	32
<b>CAPITULO 2.....</b>		<b>34</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DEL PROYECTO.....</b>		<b>34</b>
2.1	Ubicación.....	35
2.2	Superficie.....	36
2.3	Plano Catastral del Cantón Pasaje.....	36
2.4	Población.....	36
2.5	Aspectos climáticos .....	38
2.5.1	Clima.....	38
2.5.2	Temperatura del aire.....	39
2.5.3	Precipitaciones.....	39
2.5.4	Información meteorológica.....	39
2.6	Geología .....	41

2.7	Suelo .....	42
2.8	Aspectos económicos.....	43
2.9	Riesgo y seguridad.....	44
2.9.1	Intensidad sísmica .....	44
2.9.2	Movimientos en masa .....	45
2.10	Materiales .....	46
2.10.1	Geomembrana.....	46
2.10.2	Caña Guadua. ....	48
2.10.3	Material de Cobertura.....	49
2.11	Generación de los Desechos Sólidos.....	50
2.11.1	Importancia de los desechos sólidos.....	50
2.11.2	Tipo de desechos sólidos. ....	52
2.11.3	Composición de los desechos sólidos.....	53
2.12	Efectos que ocasionan los desechos sólidos. ....	55
2.12.1	Salud publica .....	55
2.12.2	Incidencia directa.....	55
2.12.3	Incidencia Indirecta.....	55
2.12.4	Sociales .....	56

2.12.5	Económicos .....	56
2.12.6	Ecológicas ambientales .....	57
2.13	Propiedades de los desechos sólidos. ....	59
2.13.1	Propiedades Físicas .....	59
2.13.2	Propiedades químicas .....	61
2.13.3	Propiedades biológicas. ....	61
2.14	Relleno sanitario.....	62
2.15	Relleno con Compactación Mecanizada. ....	63
2.16	Preparación del sitio .....	63
2.16.1	Limpieza y desbroce.....	63
2.16.2	Movimiento de tierra.....	64
2.17	Generación de gases y líquidos. ....	64
2.17.1	Lixiviados. ....	64
2.17.2	Gases .....	68
2.18	Hundimientos y asentamientos diferenciales.....	69
<b>CAPÍTULO 3.....</b>		<b>70</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>70</b>
3.1	Criterios para la selección del sitio: .....	71

3.2	Alternativas para la disposición final de los desechos sólidos.....	71
3.2.1	Alternativa 1 .....	71
3.2.2	Alternativa 2 .....	72
3.2.3	Alternativa 3 .....	73
3.3	Restricciones para la selección de la alternativa más conveniente	
	74	
3.3.1	Restricciones Alternativa 1 .....	75
3.3.2	Restricción Alternativa 2 .....	75
3.3.3	Restricción Alternativa 3 .....	76
3.4	Proyección de la población.....	76
3.5	Producción Per cápita de residuos sólidos.....	78
3.6	Selección del método para la construcción del relleno sanitario. .	80
3.7	Alcance del trabajo.....	81
	<b>CAPITULO 4.....</b>	<b>83</b>
	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS .....</b>	<b>83</b>
4.1	Área de implantación seleccionada .....	84
4.2	Topografía del sitio seleccionado .....	84
4.3	Volúmenes de corte y relleno del terreno .....	85
4.4	Diseño de Taludes.....	86

4.4.1	Taludes en corte .....	86
4.4.2	Taludes en Terraplén .....	87
4.5	Diseño de la celda diaria .....	87
4.5.1	Volumen de la celda. ....	87
4.5.2	Área de la celda diaria .....	89
4.5.3	Cobertura de la celda diaria .....	98
4.5.4	Cobertura final .....	99
4.6	Vías de acceso. ....	101
4.7	Gases .....	103
4.7.1	Control de gases.....	103
4.8	Lixiviados.....	104
4.8.1	Cantidad de lixiviados .....	104
4.8.2	Manejo del líquido lixiviado .....	104
4.8.3	Planteamiento para el tratamiento de los líquidos lixiviados	109
4.9	Cerca viva.....	111
4.10	Caseta de Guardia y letrina.....	111
4.11	Análisis de estabilidad del perfil de mayor altura.....	112
4.12	Estudio ambiental .....	114

4.12.1	Antecedente.....	114
4.12.2	Marco legal.....	115
4.12.3	Constitución de la República del Ecuador .....	115
4.12.4	Reforma del libro VI del texto Unificado de Legislación Secundaria Sección Gestión Integral de Residuos y/o Desechos Sólidos no Peligrosos.....	117
4.12.5	Título III del Sistema Único de Manejo Ambiental Capítulo I Régimen Institucional.....	117
4.12.6	Reforma del libro VI del texto Unificado de Legislación Secundaria.....	118
4.12.7	Título III del Sistema Único de Manejo Ambiental Capítulo I Régimen Institucional.....	118
4.12.8	Parágrafo VIII de la Disposición Final.....	119
4.12.9	Características ambientales del entorno del relleno sanitario en este proyecto.....	119
4.12.10	Determinación de Impacto Ambiental del Proyecto.....	120
4.13	Presupuesto de la Obra.....	143
<b>CAPITULO 5.....</b>		<b>144</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>		<b>144</b>

5.1	Conclusiones.....	145
5.2	Recomendaciones.....	145

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## **ABREVIATURAS**

INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
HDPE	Polietileno de alta densidad
PVC	Policloruro de Vinilo
UTM	Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator
V.I.A.	Matriz de Valoración de Impacto Ambiental

## SIMBOLOGÍA

°C	Grados Centígrados
'	Minutos
%	Porcentaje
"	Segundos
KG	Kilogramo
Km	Kilómetro
Km <sup>2</sup>	Kilómetro Cuadrado
m	Metro
m <sup>2</sup>	Metro cuadrado
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
mm	Milímetro

S	Sur
W	Oeste
Ac	Área de la Celda
b	Base
Cds	Cantidad de desechos sólidos Producidos en el relleno sanitario
Ddsc	Densidad de los desechos sólidos recién compactados
Dur	Matiz Duración
Ext	Matriz Extensión
h	Altura
hc	Altura de la Celda
i	Tasa de Crecimiento poblacional

Int	Matriz Intensidad
L	Largo
M	Matriz Magnitud
n	Intervalo de Tiempo
Pi	Población Inicial
Pf	Población Futura
PVC	Policloruro de Vinilo
Rg	Matriz Riesgos
Rev	Matriz Reversibilidad
S	Matriz Signo
Vc	Volumen Celda Diaria
Vcanual	Volumen de celda anual

Vcdiaria      Volumen de celda diaria

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Población en el área urbana y rural por sexo –Pasaje.....	38
<b>Figura 2.</b> Geomembrana aplicada en un relleno sanitario.....	48
<b>Figura 3.</b> Características de la Caña de Guadua .....	49
<b>Figura 4.</b> Relleno Sanitario Actual del cantón Pasaje .....	72
<b>Figura 5.</b> Terreno Natural, 2.5 Km vía a Palenque.....	73
<b>Figura 6.</b> Terreno Natural, 2.5 Km vía a Palenque.....	74
<b>Figura 7.</b> Talud en Corte .....	86
<b>Figura 8.</b> Talud en Terraplén.....	87
<b>Figura 9.</b> Simulación 3D del relleno sanitario .....	95
<b>Figura 10.</b> Áreas de celdas diarias según niveles del relleno sanitario .....	98
<b>Figura 11.</b> Cobertura de celdas diarias .....	99
<b>Figura 12.</b> Cobertura final .....	100
<b>Figura 13.</b> Cobertura final cierre técnico .....	100
<b>Figura 14.</b> Primera vía de acceso para 12 años.....	101
<b>Figura 15.</b> Segunda vía de acceso, 6.5 años.....	102
<b>Figura 16.</b> Tercera vía de acceso, 1.5 años.....	102
<b>Figura 17.</b> Detalle de la chimenea.....	104

<b>Figura 18.</b> Canal Principal.....	105
<b>Figura 19.</b> Sistema de Drenaje, Cotas y Pendientes.....	106
<b>Figura 20.</b> Caja Recolectora de Hormigo Armado.....	107
<b>Figura 21.</b> Piscina de Lixiviados.....	108
<b>Figura 22.</b> Información previa a la corrida.....	112
<b>Figura 23.</b> Análisis de estabilidad sin considerar sismos .....	113
<b>Figura 24.</b> Análisis de estabilidad considerando un sismo de 0.3g de aceleración horizontal .....	113
<b>Figura 25.</b> Análisis de estabilidad considerando un sismo de 0.4g de aceleración horizontal .....	114

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla I .</b> Población del cantón Pasaje en el año 2001 .....	37
<b>Tabla II.</b> Población del cantón Pasaje en el año 2001 .....	37
<b>Tabla III.</b> Registros meteorológicos de Precipitación.....	40
<b>Tabla IV.</b> Registros meteorológicos de Evaporación .....	41
<b>Tabla V.</b> Principales actividades económicas del cantón Pasaje .....	43
<b>Tabla VI.</b> Intensidad sísmica del cantón Pasaje .....	44
<b>Tabla VII.</b> Fuente de generación de residuos sólidos.....	53
<b>Tabla VIII.</b> Composición de la Muestra de desechos sólidos .....	54
<b>Tabla IX.</b> Composición de Líquidos lixiviados.....	66
<b>Tabla X.</b> Proyección de la población total del cantón Pasaje .....	77
<b>Tabla XI.</b> Producción diaria de desechos sólidos para 20 años del cantón Pasaje, partir del año 2017 .....	79
<b>Tabla XII.</b> Producción diaria de desechos sólidos para 20 años del cantón Pasaje, partir del año 2017 .....	85
<b>Tabla XIII.</b> Volumen necesario para 20 años de vida útil de relleno sanitario .....	89
<b>Tabla XIV.</b> Área de las celdas diarias y anuales .....	91

<b>Tabla XV.</b> Dimensiones de las celdas diarias.....	92
<b>Tabla XVI.</b> Volumen anual y acumulado.....	94
<b>Tabla XVII.</b> Volumen y vida útil de cada nivel del relleno sanitario.....	96
<b>Tabla XVIII.</b> Dimensiones de las celdas diarias por nivel .....	97
<b>Tabla XIX.</b> Matriz de Intensidad para construcción .....	125
<b>Tabla XX.</b> Matriz de Intensidad para la fase de Operación. ....	125
<b>Tabla XXI.</b> Matriz de Intensidad para la fase de demolición.....	126
<b>Tabla XXII.</b> Matriz de Extensión para construcción .....	127
<b>Tabla XXIII.</b> Matriz de Extensión para la fase de Operación .....	127
<b>Tabla XXIV.</b> Matriz de Extensión para la fase de demolición .....	128
<b>Tabla XXV.</b> Matriz de Duración para construcción .....	129
<b>Tabla XXVI.</b> Matriz de Duración para la fase de Operación .....	129
<b>Tabla XXVII.</b> Matriz de Duración para la fase de demolición.....	130
<b>Tabla XXVIII.</b> Matriz de Signo para construcción .....	131
<b>Tabla XXIX.</b> Matriz de Signo para la fase de Operación .....	131
<b>Tabla XXX.</b> Matriz de Signo para la fase de demolición.....	132
<b>Tabla XXXI.</b> Matriz Magnitud.....	133
<b>Tabla XXXII.</b> Matriz de Magnitud para construcción.....	134
<b>Tabla XXXIII.</b> Matriz de Magnitud para la fase de Operación.....	134
<b>Tabla XXXIV.</b> Matriz de Magnitud para la fase de demolición.....	135
<b>Tabla XXXV.</b> Matriz de Reversibilidad para construcción.....	136
<b>Tabla XXXVI.</b> Matriz de Reversibilidad para la fase de Operación.....	136

<b>Tabla XXXVII.</b> Matriz de Reversibilidad para la fase de demolición .....	137
<b>Tabla XXXVIII.</b> Matriz de Reversibilidad para construcción.....	138
<b>Tabla XXXIX.</b> Matriz de Reversibilidad para la fase de Operación.....	138
<b>Tabla XL.</b> Matriz de Reversibilidad para la fase de demolición .....	139
<b>Tabla XLI.</b> Matriz Magnitud .....	140
<b>Tabla XLII.</b> Matriz de (V.I.A.) para construcción .....	141
<b>Tabla XLIII.</b> Matriz de (V.I.A.) para la fase de Operación .....	141
<b>Tabla XLIV.</b> Matriz de (V.I.A.) para la fase de demolición .....	142
<b>Tabla XLV.</b> Presupuesto de la Obra.....	143

# **CAPITULO 1**

## **INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Preámbulo**

La vida útil del actual relleno sanitario que posee el cantón Pasaje está por concluir, además existen graves problemas en el manejo de los desechos sólidos y líquidos lixiviados.

Mediante el presente trabajo se formula y ejecuta el diseño de un nuevo Relleno Sanitario que permita un manejo sustentable teniendo en cuenta el Medio Ambiente.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

En el cantón Pasaje, la producción de desechos sólidos está siendo un problema que crece y se va agravando con el pasar de los años, por este motivo se deben tomar medidas preventivas para una adecuada eliminación de los desechos. Es importante recalcar que factores socioeconómicos de ciertas zonas y de parroquias cercanas influyen directamente por la falta de cultura al momento de la eliminación de los desechos, además existe un inadecuado criterio en la recolección, manejo y tratamiento de los desechos sólidos lo que provoca un impacto negativo para la población y el ambiente.

Este proyecto propone resolver dicho problema tanto social, ambiental e ingenieril, tomando en cuenta situaciones actuales, mejorando el sistema de disposición final de los desechos sólidos, acorde con la realidad del cantón Pasaje, razón por la cual se propone un nuevo relleno Sanitario, eficiente, seguro, técnico, con un periodo de vida de 20 años, diseñado a continuación.

### **1.3 Hipótesis**

El incremento poblacional, desarrollo industrial, comercial, entre otros factores, están generando un aumento considerable en los desechos sólidos, el cual se transforma en un grave problema para el entorno, afectando la salud de los seres vivos al no tomarse medidas adecuadas en la manipulación de estos, por lo que se han determinado algunas soluciones o alternativas amigables con el medio ambiente, por este motivo se plantea como solución para el manejo de los desechos sólidos que se producen en el cantón Pasaje un diseño de un nuevo Relleno Sanitario, el cual manejará de manera eficaz y por un largo periodo dichos desechos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar el diseño del nuevo Relleno Sanitario del cantón de Pasaje y parroquias vecinas.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Estudiar sistemas actuales de manejo de desechos sólidos de la población.
- Analizar las alternativas para la selección del sitio de la nueva implantación del relleno sanitario.
- Establecer un estudio de la población y crecimiento poblacional a 20 años.
- Definir la producción de desechos sólidos actuales y hacer estimaciones a 20 años.
- Establecer un sistema de manejo de desechos sólidos de primera calidad con todas las especificaciones necesarias.
- Realizar el diseño efectivo del relleno sanitario con criterios técnicos profesionales para el cantón de Pasaje.

## **1.5 Metodología de estudio.**

### **1.5.1 Propósito**

El propósito del estudio es realizar un diseño de un sistema adecuado del manejo de los desechos sólidos, de manera técnica y controlada, para reducir los riesgos, las afectaciones a la población y los impactos negativos y significativos al medio ambiente, la disposición final se realiza de tal manera que el espacio dedicado a este fin sea aprovechado al máximo, esto se logra utilizando tecnología apropiada y el uso adecuado de materiales y equipos.

### **1.5.2 Justificación**

El estudio de Evaluación de Impacto Ambiental, el apropiado manejo de los desechos sólidos, un adecuado tratamiento de los líquidos lixiviados y un excelente control de gases, son los principales requisitos dentro de los proyectos de desarrollo, el Relleno Sanitario actual del cantón Pasaje es una obra que sin duda carece de forma óptima de estas actividades, agregándole la pronta finalización de su periodo de vida útil, por lo que está provocando un grave problema para la población y el entorno, por este motivo se propone un diseño de un nuevo Relleno

Sanitario que permita tener una buena gestión integral de manejo de los desechos sólidos que protejan tanto el ecosistema como la salud de los habitantes.

Hasta la actualidad no se ha realizado estudios técnicos referentes a este tema en el Municipio de Pasaje, por consiguiente, contribuirá para el desarrollo del cantón. También, con la política ambiental propuesta se reducirá el problema que ocasiona la falta de infraestructura de saneamiento.

Por lo expuesto anteriormente y consiente de esta problemática, consideramos que se justifica el presente estudio con el fin de proteger los recursos naturales y la salud de la población del cantón Pasaje.

### **1.5.3 Tipo de Metodología**

Se detalla las siguientes actividades:

Visitas al municipio del cantón Pasaje para la autorización de información pertinente para el desarrollo del proyecto.

Visitas a los sitios disponibles del cantón Pasaje para la selección y ubicación del proyecto.

Elaboración de informe.

Elaboración del diseño.

## **CAPITULO 2**

### **DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO**

## 2.1 Ubicación

El Cantón Pasaje pertenece a la Provincia de El Oro, se ubica a 18 km al este de Machala la capital provincial. Las coordenadas geográficas del Cantón PASAJE 3° 19' 36.84" S, 79° 48' 17.64" W, UTM - ZONA 17 SUR.

Su cabecera cantonal es Pasaje, sus parroquias Urbanas son: Ochoa León, Loma de Franco, Tres Cerritos, Bolívar y Rurales son: Buenavista, La Peaña, Cañaquemada, Uzhcurrumi, Casacay, El Progreso.

Geográficamente el cantón Pasaje está situado al suroeste del país y noroeste de la Provincia de El Oro.

Límites:

Norte: con el cantón El Guabo

Sur: con el cantón Santa Rosa, Atahualpa y Chilla

Este: con la provincia del Azuay y Zaruma

Oeste: con el cantón Machala.

## **2.2 Superficie**

La extensión cantonal es de 451 km<sup>2</sup>, que representan el 7,28 % de la superficie total de la provincia, está ubicado a una altura de 18 m.s.n.m.

## **2.3 Plano Catastral del Cantón Pasaje**

Se cuenta con el plano catastral del cantón Pasaje, proporcionado por el Municipio de Pasaje, departamento de Planificación.

En el Anexo 1, se muestra el plano a escala 1:3000, del cantón Pasaje.

## **2.4 Población**

La población del cantón Pasaje, según el censo del 2010 tiene 72.806 habitantes que representa el 12.1% respecto a la provincia de El Oro. En un análisis comparativo entre los datos del censo 2001 y 2010, se

aprecia un incremento poblacional en el área rural de 13,55%, y en el área urbana del 16,50%.

**Tabla I .** Población del cantón Pasaje en el año 2001.

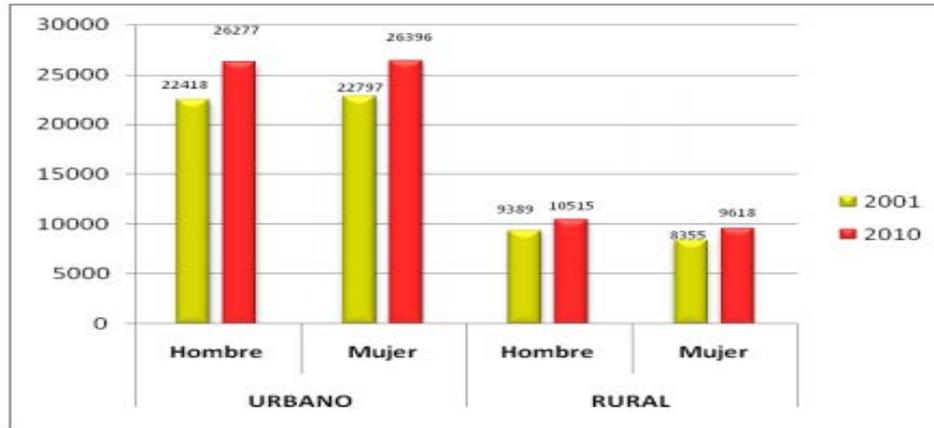
		RURAL		URBANO	
2001	Sexo	Población	%	Población	%
	Hombre	10515	52,23%	26277	49,89%
	Mujer	9618	47,77%	26396	50,11%
	Total	20133	100%	52673	100%

**Fuente:** Censo INEC., 2010.

**Tabla II.** Población del cantón Pasaje en el año 2001

		RURAL		URBANO	
2010	Sexo	Población	%	Población	%
	Hombre	10515	52,23%	26277	49,89%
	Mujer	9618	47,77%	26396	50,11%
	Total	20133	100%	52673	100%

**Fuente:** Censo INEC., 2010.



**Figura 1** Población en el área urbana y rural por sexo –Pasaje.  
**Fuente:** Censo INEC., 2010.

## 2.5 Aspectos climáticos

### 2.5.1 Clima

El Cantón Pasaje, posee un clima caluroso - húmedo. Según la clasificación de climas propuesta por la ORSTOM, en el Cantón Pasaje presenta dos tipos de clima: ecuatorial mesotérmico semi húmedo (EMSH) y tropical megatérmico seco (TMS). (Pourrut, 1995).

### **2.5.2 Temperatura del aire**

Es importante conocer este factor pues contribuye con la velocidad de biodegradación y estabilización biológica de la fracción orgánica de la basura.

La zona tiene temperaturas promedias que oscilan entre los 20° y 35° C a lo largo del año.

### **2.5.3 Precipitaciones**

Como resultado de la información meteorológica existente permite concluir un clima tropical, dando un período seco que comienza en los meses de junio, julio, agosto y septiembre, este periodo aumenta en áreas cercanas al Océano Pacífico debido a la presencia de la Corriente de Humboldt y disminuye en la parte oriental del cantón por menores temperaturas y mayor precipitación por la incidencia de la cordillera de los Andes.

### **2.5.4 Información meteorológica**

Se recabó información del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – INAMHI-, el que cuenta con el siguiente balance hídrico válido para la zona.

**Tabla III.** Registros meteorológicos de Precipitación.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	Suma	Prom
2000	148	168	194	129,8	130,9	54,8	57	40,8	nr	nr	nr	nr	923,3	115,41
2007	225,6	nr	nr	nr	nr	70,7	nr	46	29,5	53,7	54,7	75,2	555,4	79,34
2008	315	722,7	437,9	219,1	55,5	57,8	nr	47	65,4	81,3	50,6	10,2	2062,5	187,5
2009	208,1	305,5	194,8	29	28,2	7,9	4,9	50,4	55,2	70,9	33,1	105,5	1093,5	91,13
2010	262,4	412,1	481,3	268,5	101,8	55,8	40	40,1	58,5	70,1	56,6	100,2	1947,4	162,28
2011	122	247,3	54,2	426,8	nr	34	70,2	58	36,3	34,5	35,2	20,6	1139,1	103,55
2012	nr	nr	nr	nr	nr	28	42,2	47,4	19,1	48,1	35,9	38,4	259,1	37,01
Prom/m	213,52	371,12	272,44	214,64	63,28	61,8	42,86	65,94	52,8	71,72	53,22	70,02		
Prom/d	6,89	13,25	8,79	7,15	2,04	2,06	1,38	2,13	1,76	2,31	1,77	2,26		

**Fuente:** INAMHI., 2017.

Se observa que los meses donde se registran mayor valor de precipitaciones son de enero hasta mayo. La máxima lluvia es de 481,3 registrada en el mes de marzo del año 2010. La época seca del año comprende los meses de junio a diciembre.

**Tabla IV.** Registros meteorológicos de Evaporación.

AÑO	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGOS	SEPT	OCT	NOV	DIC	Suma	Prom
2000	103,3	80,7	90,5	94,8	68,4	45,8	38,7	40,6					562,8	70,35
2007									57,1	37,1	34	71	199,2	49,8
2008	69,3		86,2	96,4	79,2	59,1		47,9	40,4	32,8	57,5	85,2	654	65,4
2009	79,9	66,6	92,2	108	106,1	72,8	81,1	42,3	47,6	44,8	41,5	65,2	848,1	70,68
2010	64,9	62	78,5	64,9	86,1	56,8	50,1	52,8	40,2	46,3	45,5	82,5	730,6	60,88
2011	134,3	125,5	149,2	88,9									497,9	124,48
2012						64,6	48,9	39,9	53,1	48,8	35	65,4	355,7	44,46
Prom/m	451,7	334,8	496,6	453	339,8	299,1	218,8	223,5	238,4	209,8	213,5	369,3		
Prom/d	14,57	11,96	16,02	15,1	10,96	9,97	7,06	7,21	7,95	6,77	7,12	11,91		

Fuente: INAMHI., 2017.

Debido a que no existe una estación meteorológica en la ciudad de Pasaje, utilizaremos los datos de la estación de Machala, que es la estación más cercana.

Lo importante para el estudio es contar con una información histórica amplia en el tiempo, procesada por el órgano oficial de meteorología en el país.

## 2.6 Geología

En el Cantón Pasaje existe una formación geológica dominante que corresponde a lavas andesíticas, riolíticas y piroclastos del período

oligoceno, con una extensión de 13.412,06 ha, que como resultado 29,4 % de la superficie cantonal, se localiza este tipo de formación en las parroquias Progreso y Uzhcurrumi en el noreste del cantón.

Hay una existencia considerable de arcillas marinas de estuario del período Cuaternario, con una superficie de 10.960,05 ha (24,02% del área total) ubicados en la parte oeste del cantón, en las parroquias Buenavista, Pasaje, La Peaña y Cañaquemada, cercanos a los estuarios y deltas de los ríos de la zona.

## **2.7 Suelo**

Taxonómicamente el cantón Pasaje posee tres clases de suelos: Entisoles, Alfisoles, Inceptisoles. Los Entisoles, suelos sedimentarios, transportados desde las partes montañosas, son suelos de poca profundidad. Cubriendo un área aproximada de 11.573,35 que representa el 25,36 % de la superficie cantonal abarcando las parroquias de Cañaquemada, La Peaña y Buenavista al oeste del cantón.

Los Alfisoles se encuentran principalmente en la parroquia de Progreso, parte central norte del cantón, abarca una extensión de 3.708,97ha (correspondiente a 8,13% del área del cantón).

Los Inceptisoles se ubican la parte central y sur este del cantón ocupando una superficie de 20.933,54ha (45,87%), sobre las parroquias Uzhcurrumi, Casacay, Progreso en la parte central y sur este, en la parroquia Pasaje (Cabecera Cantonal).

## 2.8 Aspectos económicos

Los habitantes del Cantón Pasaje se dedican principalmente a la agricultura con sembríos de ciclo corto seguida de la actividad pecuaria.

**Tabla V.** Principales actividades económicas del cantón Pasaje.

Actividad Económica	Porcentaje	Producción
Agricultura	80%	Banano, Cacao, Cítricos
Pecuaria	10%	Bovino, Avícola
Minería	7%	Explotación de material
Turismo	3%	Gastronomía

**Fuente:** GAD Municipal del cantón Pasaje., 2015.

## 2.9 Riesgo y seguridad

### 2.9.1 Intensidad sísmica

**Tabla VI.** Intensidad sísmica del cantón Pasaje

DESCRIPCIÓN	AREA	%
Zona de Media Intensidad Sísmica	23.179,4	50.79
Zona de Alta Intensidad Sísmica	22.456,7	49.21

**Fuente:** GAD Municipal del cantón Pasaje., 2015.

Las zonas de media intensidad sísmica se localizan en la parte oriental del cantón Pasaje, ocupando una superficie de 23.179,4 Ha. que corresponde al 50,79 % de la superficie total del cantón.

Las zonas con intensidad alta se ubican en Cañaquemada, La Peaña y Buenavista, parte occidental del cantón Pasaje con una superficie de 22.456,7 ha, que equivale al 49, 21 % de la superficie total del cantón.

### **2.9.2 Movimientos en masa**

Las zonas con una susceptibilidad baja a nula se ubican en la parte occidental principalmente en las parroquias de La Peaña, Buenavista y el oeste de Pasaje con una extensión de 7.665,7 ha correspondientes al 16,80 % del área total del cantón.

Las zonas con susceptibilidad mediana abarcan una extensión de 14.617,9 ha (32,03 % del área del cantón), en estas zonas existe cierto riesgo de movimientos en masa, pero en forma moderada, ubicándose en la parte centro del cantón, al oeste del Progreso y la parte central de Pasaje.

Donde existe mayor riesgo de movimientos en masa, son las zonas con relieve montañoso y escarpado, abarcando una extensión de 23.352, 5 ha (51,17 % del total del cantón), localizadas en la parte oriental del cantón, al noreste de Progreso, Casacay y Uzhcurrumi.

### **2.9.3 Inundaciones**

Debido a la topología del terreno en el Cantón Pasaje, existen zonas que son propensas a inundaciones, ubicadas en la parte

occidental del cantón, en las parroquias de Cañaquema, Buenavista, Progreso, La Peana y la cabecera cantonal Pasaje.

Estas zonas también se ubican en las riberas de los principales cuerpos hídricos.

Por su parte las zonas susceptibles a inundaciones abarcan aproximadamente el 40 % de la superficie total del cantón equivalentes a 18.267 ha.

## **2.10 Materiales**

### **2.10.1 Geomembrana.**

Las Geomembranas se definen como un revestimiento de líquidos y vapores son fabricadas por combinaciones de polímeros termoestables o termoplásticos.

La principal característica de este material es su alta impermeabilidad, sirviendo como aislante para evitar las filtraciones presentes en el medio.

Este material ayuda a controlar agentes contaminantes producidos en el manejo de los desechos sólidos, ayudando al desarrollo ambiental y a la protección del ecosistema.

Se clasifican en geomembranas de polietileno de alta densidad y de cloruro de polivinilo (PVC).

Las geomembranas de polietileno de alta densidad (hdpe) están fabricadas a partir de 93% de resina de Polietileno de Alta Densidad que mezcladas con un 3% de aditivos antioxidantes y negro de humo, por tal motivo son resistentes al ataque de ácidos, sales, alcoholes, bases, aceites e hidrocarburos. Estas vienen en rollos de 5.8 a 7 metros de ancho y de longitud desde 150 a 450 metros y son utilizadas para rellenos sanitarios, diques, presas, lagunas de oxidación, pilas de lixiviados, tanques de almacenamiento de líquidos.

Las geomembranas de PVC, son elaboradas por un 50% de resina de y un 50% de aditivos que generaran una alta impecabilidad y resistencia. Son Geomembranas muy flexibles, con secciones en planta hasta de 1500 m<sup>2</sup>.

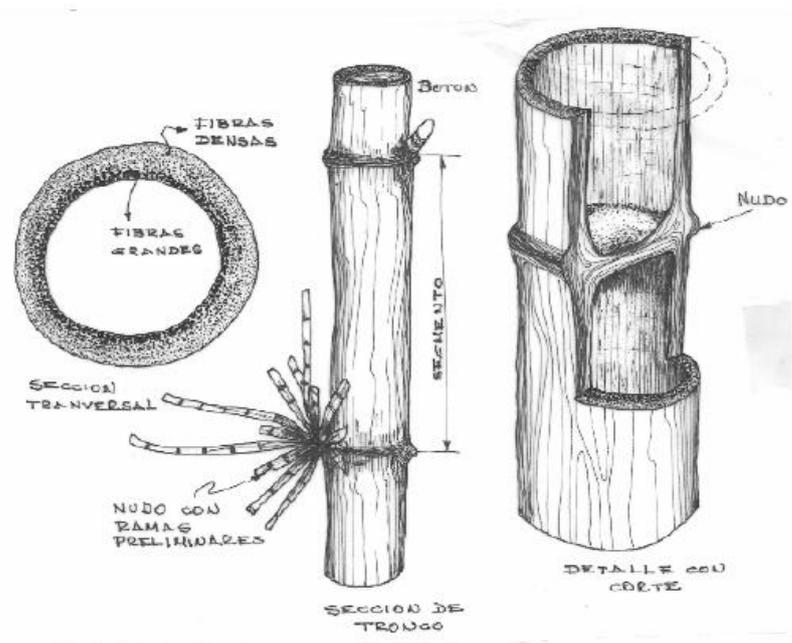


**Figura 2.** Geomembrana aplicada en un relleno sanitario.  
**Fuente:** GEOSAI., 2017.

### **2.10.2 Caña Guadua.**

Las plantas crecen con una altura máxima de 40m y 25cm de diámetro. Debido a sus características estructurales pueden ser comparadas con las del acero, el hormigón y algunas fibras de alta tecnología. El espesor en las cepas puede llegar a más 3 cm., lo que permiten ser usadas como pilares, mientras que en las bazas pueden estar entre los 0,8 y 2 cm., lo cual son perfectas para trabajar en vigas y correas. Debido a su flexibilidad la hace óptima para resistir movimientos telúricos. Además, posee gran rigidez, elasticidad, adaptabilidad al clima, rápido crecimiento y es un material de construcción con un

costo más efectivo. La caña guadua es un recurso renovable y sostenible no afecta al medio ambiente ya que las emisiones son nulas.



**Figura 3.** Características de la Caña de Guadua.  
Fuente: INEN 42., 1976.

### 2.10.3 Material de Cobertura.

El material de cobertura sirve para separar adecuadamente la basura del ambiente exterior y confinarlas al final de cada jornada.

El cubrimiento diario de los desechos sólidos con tierra es, debido a que cumple las siguientes funciones:

- Prevenir la presencia y proliferación de moscas y gallinazos.
- Impedir la entrada y proliferación de roedores.
- Evitar incendios y presencia de humo. Minimizar los malos olores.
- Disminuir la entrada del agua de lluvias a la basura.
- Orientar los gases hacia las chimeneas para evacuarlos del relleno sanitario.
- Dar una apariencia estética aceptable.
- Servir como base para las vías de acceso internas.
- Permitir el crecimiento de vegetación.

## **2.11 Generación de los Desechos Sólidos**

### **2.11.1 Importancia de los desechos sólidos.**

Se entiende como desechos sólidos a todos aquellos objetos, materiales o sustancias que se generaron por medio de una actividad, ya sea del tipo productiva o de consumo y que no representan valor económico para las personas, por lo cual se

deshacen de aquellos. Sin embargo, esos objetos tienen valor comercial al recuperarlos mediante procesos tecnológicos e incorporarlos al ciclo de vida de la materia. (Castells X. E., 2000)

El ambiente sufre diversas formas de contaminación, un manejo deficiente de los desechos sólidos es una fuente severa de contaminación, debido al acelerado crecimiento poblacional aumenta el problema, según estudios realizados demuestran que un mayor desarrollo existe mayor producción por lo que es urgente realizar estudios para una buena Gestión Integral del Manejo de los Desechos sólidos.

Los desechos sólidos varían en la cantidad, la composición y la producción de acuerdo con el nivel de vida y costumbres de los habitantes de un área determinada; Un mal manejo de los desechos sólidos provoca contaminación en el medio ambiente produciendo malos olores que contaminan el aire, el líquido lixiviado que contamina el suelo y el agua de las quebradas que influyen en la salud de los habitantes.

Por lo antes mencionado, es de suma importancia solucionar el problema de manejo de la recolección de los desechos sólidos, transporte y disposición final, proponiendo soluciones, tecnología apropiada con el fin de mitigar estos problemas.

### **2.11.2 Tipo de desechos sólidos.**

Los desechos sólidos se clasifican de acuerdo a su composición o según su origen. De acuerdo a su composición los desechos pueden ser orgánicos, inorgánicos o peligrosos; según su origen podría ser:

Domiciliario, industrial, hospitalario, comercial, urbano.

Es importante además de la clasificación conocer la cantidad de residuos generados por habitante de la investigación realizada en el cantón de Pasaje, se obtuvo que para esta ciudad la generación domiciliaria per-cápita es de 0.752 Kg/hab x día.

Se consideró que los desechos sólidos analizados en el Cantón Pasaje son de tipo urbanos, industriales, agrícolas, hospitalarios, construcción entre otros, de acuerdo a lo mencionado la clasificación de los desechos se lo realiza de

forma separada, detallando su clasificación en la siguiente tabla.

**Tabla VII.** Fuente de generación de residuos sólidos.

FUENTE	TIPO DE RESIDUO	LOCALIZACIÓN O ACTIVIDAD DONDE SE GENERA
Doméstica	Residuos de comida, papel, cartón, resto de jardín, electrodomésticos	Viviendas unifamiliares
	residuos domésticos peligrosos.	y multifamiliares
Institucional y Comercial	Papel, cartón, latas,	Escuelas, hospitales, centros gubernamentales, cárceles
	residuos de comidas, vidrio, restos orgánicos de jardines.	tiendas, restaurantes, mercados hoteles, y talleres, entre otros.
Construcciones	Partículas, escombros, madera	Sitios de construcción o reconstrucción de edificios, autopistas y carreteras.
	hormigón.	
Servicios municipales	Restos de basura, polvo y escombros.	Limpieza de autopistas, carreteras calles y jardines, parques y playas.
Plantas de tratamiento	Lodos de tratamiento.	Plantas de tratamiento para el agua potable o aguas residuales.
Agrícolas	Desechos de cosechas, residuos domésticos, y residuos peligrosos	Granjas, hacienda de cultivo intensivo o semi-intensivo
	fertilizantes y plaguicidas.	ganadería intensiva.

**Fuente:** Tchobanoglous, Theisein y Vogel., 2008.

### 2.11.3 Composición de los desechos sólidos.

La composición de los desechos sólidos que receipta el Relleno Sanitario actual del cantón Pasaje, de acuerdo a un muestreo realizado en el 2015 por la Empresa Pública AGUAPAS, determinó que la composición física media del cantón es:

**Tabla VIII.** Composición de la Muestra de desechos sólidos.

Composición de la Muestra de desechos sólidos		
Tipo de Residuos	% en Peso	Peso (kg)
Orgánicos	61,5	615,0
Desperdicios de comida	37,42	374,2
Desechos de patios y jardines	14,49	144,9
Papeles y cartones	8,1	81,0
Textiles	1,49	14,9
Inorgánicos	22,25	222,5
Plásticos	8,22	82,2
Metales	2,52	25,2
Vidrios	4,75	47,5
Cerámicas y piedras	4,25	42,5
Cueros y goma	2,51	25,1
Otros	16,25	162,5
Tierras, pañales, pilas, etc.	16,25	162,5
Total	100	1000

**Fuente:** AGUAPAS., 2015.

Se observa que la mayor proporción representa a la materia orgánica, razón por la cual la producción de lixiviados y gases debe ser también alta, por lo cual se debe tener un sistema de drenaje de lixiviados y un sistema de ventilación de gases por la descomposición de los desechos sólidos.

## **2.12 Efectos que ocasionan los desechos sólidos.**

### **2.12.1 Salud publica**

El deficiente manejo de los desechos sólidos es uno de los factores que inciden en la contaminación ambiental y por ende tienen su incidencia o riesgos directa o indirectamente en la salud del hombre a través de la transmisión algunas enfermedades.

### **2.12.2 Incidencia directa.**

Son ocasionados por el contacto directo con los desechos sólidos, que a veces contienen excrementos humanos y de animales; las personas más expuestas son los agentes recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de los desechos, el uso de equipos inapropiados y por carecer de la ropa limpia, guantes y zapatos de seguridad.

### **2.12.3 Incidencia Indirecta.**

Entre ellas tenemos las originadas por:

Proliferación de vectores de enfermedades como moscas, mosquitos, cucarachas, ratas, que hallan en los desechos sólidos su alimento y las condiciones favorables para su reproducción. Alimentación de animales con desechos sólidos (cerdos, aves, etc.). Practica no recomendable, ya que el consumo de estos deteriora la salud pública.

#### **2.12.4 Sociales**

La sociedad abandona los desechos cerca de donde viven como resultado es una fuente de contaminación del medio en que se desenvuelven.

Uno de los indicadores que a primera vista reflejan la salud y calidad de vida de una población es el estado de limpieza y belleza de la ciudad, así como la opinión de sus habitantes al respecto.

#### **2.12.5 Económicos**

A través del servicio público de aseo puede evaluar la voluntad política, la capacidad de gestión y su responsabilidad para brindar la protección de la salud pública y de los trabajadores,

además de obtener un buen aspecto y protección del medio ambiente en su territorio municipal.

Esto es una vez trae como consecuencia costos que deben ser solventes por la municipalidad. Es conveniente destacar que, a través del empleo de la tecnología apropiada y de una buena planeación y la administración se podrán abaratar los costos por la prestación de servicio y, por lo tanto, se logrará también hay una tarifa razonable que permita su autofinanciamiento, de acuerdo con la Capacidad de pago del usuario

## **2.12.6 Ecológicas ambientales**

### **2.12.6.1 Contaminación del Agua**

La descarga de los desechos sólidos a las corrientes de agua, lugar a la eutrofización (muerte de peces), géneros 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. La descarga de los desechos sólidos en las corrientes de agua o su abandono en las vías públicas, traen

consigo también la disminución de los cauces, canales y la de los alcantarillados. En épocas de lluvias, esto provoca obstrucción inundaciones que en algunos casos ocasionan la pérdida de cultivos, de bienes materiales y, más graves aun de vidas humanas. Es, además, fuente principal de vectores sanitarios anteriormente.

#### **2.12.6.2 Contaminación del suelo**

Deterioro estético y desvalorización tanto del terreno como de las zonas vecinas, por el abandono y acumulación de los desechos sólidos.

#### **2.12.6.3 Contaminación del Aire**

En los botaderos un cielo abierto es evidente el impacto negativo causado por los desechos, por los incendios y el humo que reducen la visibilidad y son causas de irritaciones nasales y de la vista, así como de aumento en las afecciones pulmonares, las además de las molestias originadas por los malos olores.

## **2.13 Propiedades de los desechos sólidos.**

### **2.13.1 Propiedades Físicas**

#### **2.13.1.1 Densidad**

Se define como el peso del material por su volumen ocupado (kg/ m<sup>3</sup>).

Este de gran importancia en las capacidades de los medios de recolección y de almacenamiento de los desechos sólidos.

Los sólidos son compresibles y su densidad varía en lo largo de las distintas manipulaciones que experimentan desde el lugar de producción hasta el lugar de eliminación.

#### **2.13.1.2 Grado de humedad.**

Los desechos sólidos urbanos concentran grandes proporciones de agua, cantidad que varía de un lugar

geográfico a otro, de una estación a otra, por tal motivo su peso es alterado y alteraría cualquier proceso que se aplique al residuo.

La humedad además de la naturaleza de los desechos sólidos depende también del clima, teniendo una mayor importancia en verano.

#### **2.13.1.3 Poder calorífico.**

El poder calorífico es la cantidad de calor desprendido por la combustión en una unidad de masa, se expresa en kilo calorías por kilo de desecho.

#### **2.13.1.4 Capacidad de campo**

Es la cantidad de humedad que puede ser retenida por una muestra de residuo sometida a la gravedad. Este parámetro sirve para determinar la formación de la lixiviación en los vertederos. Un exceso de agua sobre la capacidad de campo se emitirá en forma de lixiviación.

### **2.13.2 Propiedades químicas**

La composición química de los desechos urbanos sirve para poder analizar las opciones de procesamiento y recuperación. Es de gran importancia conocer estas propiedades para poder identificar el tipo de tratamiento apropiado para llevar un adecuado proceso.

Si los desechos sólidos orgánicos son utilizados para compostaje se deberá tener información de algunos de los elementos y conocer la cantidad de componentes presentes que componen a estos residuos.

### **2.13.3 Propiedades biológicas.**

Las propiedades biológicas son importantes para la digestión aerobia / anaerobia en la transformación de residuos en energía y en productos finales beneficiosos. El proceso anaerobio implica la descomposición biológica de residuos alimenticios con productos finales de metano, dióxido de carbono y otros. La

digestión anaerobia de la fracción de desechos alimenticios se ha empleado a gran escala

#### **2.14 Relleno sanitario**

Un relleno sanitario es una técnica de disposición final de los desechos sólidos en el suelo con la finalidad de minimizar el daño afectado al suelo o al medio, cumpliendo la normatividad vigente para evitar molestia ni peligro para la salud y seguridad pública, 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, previene los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el Relleno, por efecto de la descomposición de la materia orgánica.

En la actualidad, el relleno sanitario se refiere a una instalación diseñada y operada como una obra de saneamiento básico, que cuenta con elementos de control lo suficientemente seguros y cuyo éxito se basa en la selección del sitio, en el diseño y en su óptima operación y control.

## **2.15 Relleno con Compactación Mecanizada.**

Es la tecnología apropiada para municipios medianos y grandes que su producción diaria de desechos sólidos sería imposible su manipulación a mano. Estos municipios disponen de fondos públicos más adecuados y de personal técnico capacitado. La metodología es trabajar generalmente con uno o dos tractores compactadores que realizan los trabajos de colocación, compactación y cubierta de los desechos sólidos; y las excavaciones y el transporte necesario para suministrar nuevo material de cobertura.

## **2.16 Preparación del sitio**

### **2.16.1 Limpieza y desbroce**

Se debe preparar un área de terreno, esto se debe hacer por etapas de acuerdo al avance de la obra, con el fin de evitar la erosión en dicha zona, para el cual es necesaria la tala de árboles o arbustos ya que estos constituirán un obstáculo para la operación.

### **2.16.2 Movimiento de tierra**

En base al análisis topográfico realizado en los sitios seleccionados, se establecerá el terreno más adecuado para la preparación de la plataforma del relleno sanitario mediante los respectivos movimientos de tierra, con el fin de reducir los costos del proyecto de estudio.

### **2.17 Generación de gases y líquidos.**

La mayoría de los desechos sólidos sufren cierto grado de descomposición, pero la materia orgánica es la que presenta los mayores cambios. Los subproductos de la descomposición están integrados por líquidos, gases y sólidos.

#### **2.17.1 Lixiviados.**

Los lixiviados son líquidos que se filtran a través de los desechos sólidos en proceso de estabilización. Este líquido tiende a salir por gravedad, por la parte inferior del Relleno Sanitario, hasta que una capa impermeable lo impida. Pueden contener tanto materia en suspensión como disuelta, generalmente se da en ambos casos. La composición de los

lixiviados es altamente tóxica y variable y representan un peligro alto para la salud. El lixiviado es considerado como el principal contaminante generado en un relleno sanitario.

#### **2.17.1.1 Composición de Lixiviados**

En Ecuador los desechos sólidos poseen una gran cantidad de materia orgánica por lo que se generan mayor cantidad de lixiviados con fuerte composición y un color que varía desde café- pardo- grisáceo cuando están frescos hasta llegar a un color negro, es importante considerar la cantidad de lixiviados que se generan en el relleno sanitario para poder considerar la mejor tecnología para su tratamiento.

Los lixiviados poseen concentraciones de cloruro de sodio, carbonatos y metales pesados.

Al filtrarse el agua a través de los residuos sólidos en descomposición, se lixivian en solución materiales biológicos y constituyentes químicos (Tchobanoglous, Theisen, Vigil, 2000).

**Tabla IX.** Composición de líquidos lixiviados.

Componentes	Rango (mg/l)
<b>Fase Acética</b>	
Ph	4.5 – 7.5
DBO5	4,000 – 40,000
DBO	6,000 – 60,000
SO4	70 – 1,750
Ca	10 – 2,500
Mg	50 – 1,150
Fe	20 – 2,100
Mn	0.3 – 65
Zn	0.1 – 120
Sr	0.5 – 15
<b>Fase Metanogénica</b>	
Ph	7.5 – 9
DBO5	20 – 550
DBO	500 – 4,500
SO4	10 – 420
Ca	20 – 600
Mg	40 – 350
Fe	3 – 280
Mn	0.03 – 45
Zn	0.03 – 4
Sr	0.3 – 7

Fuente: Cossu et al., 1989.

### 2.17.1.2 Generación de Lixiviados

La descomposición de los desechos sólidos mediante procesos químicos complejos genera lixiviados, los líquidos son la principal fuente de contaminación y

pueden afectar a la salud de las poblaciones de los alrededores. Los lixiviados se forman por la percolación de otros líquidos como por ejemplo, agua lluvia a través de sustancias en proceso de descomposición

Para la determinación de la generación de los líquidos lixiviados se debe tener presente factores climatológicos, características de los residuos, del material de cobertura, del cerramiento final y el mantenimiento del relleno sanitario, además debe tenerse en cuenta las infiltraciones de aguas lluvias, de escorrentía y de nivel freático.

#### **2.17.1.3 Alternativas de tratamientos de lixiviados.**

Los líquidos lixiviados producidos en un relleno sanitario deben tratarse antes de ser vertido en un cuerpo de agua, superficial o subterráneo, utilizando procesos adecuados y técnicos.

- Procesos anaerobios
- Procesos aerobios

- Sistemas naturales
- Evaporación
- Recirculación de los lixiviados
- Sistemas de membranas
- Osmosis Inversa

### **2.17.2 Gases**

Un relleno sanitario actúa como un digestor anaerobio. Por la descomposición de los desechos sólidos, especialmente los orgánicos no solo se producen líquidos sino también gases y otros compuestos. Las presencias de microorganismos producen un proceso de descomposición de la materia en dos etapas: aerobia y anaerobia.

La aerobia el oxígeno que está presente en el aire contenido en los intersticios de la masa de residuos enterrados es consumida rápidamente.

La anaerobia domina en el relleno sanitario porque el aire queda atrapado y no existe circulación de oxígeno, produciendo altas cantidades de metano (CH<sub>4</sub>) y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),

también gases de fuertes olores, como el ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ), amoníaco ( $NH_3$ ) y mercaptanos.

El gas metano es un gas inodoro e incoloro, además es altamente inflamable y explosivo por lo que es muy importante considerarlo. Los gases se acumulan entre los espacios vacíos dentro del relleno y dependiendo de la condición del terreno o permeabilidad salen a la superficie. Se debe tener una adecuada ventilación para el gas metano por ya que su acumulación en el interior del relleno sanitario puede producir riesgos de explosión.

## **2.18 Hundimientos y asentamientos diferenciales**

En el relleno sanitario se producen hundimientos que pueden ser controlados con una buena compactación. Así mismo se originan depresiones y grietas que son producidas por los asentamientos diferenciales en la superficie provocando incremento de lixiviados y gases. Estos problemas dependen de la configuración y altura del relleno, del tipo de desechos enterrados, del grado de compactación y de la precipitación pluvial en la zona.

# **CAPÍTULO 3**

## **METODOLOGÍA**

### **3.1 Criterios para la selección del sitio:**

Para la construcción del nuevo relleno sanitario se han elegido tres sitios. Cada sitio permitirá la disposición final de los desechos sólidos, se deberá escoger el más eficiente de acuerdo a las ventajas y desventajas en la fase de construcción y mantenimiento, además que cuenten con características geológicas e hidrogeológicas adecuadas. Los sitios probables donde se implantará el relleno sanitario, deberán estar ubicado cerca de alguna vía principal, con el fin de garantizar el fácil ingreso de los camiones de basura al sitio, para descargar los desechos sólidos

### **3.2 Alternativas para la disposición final de los desechos sólidos**

Se proponen a continuación tres sitios donde se podría realizar el diseño del Relleno Sanitario:

#### **3.2.1 Alternativa 1**

Sector vía a Palenque, ubicado a 4,5 Km del cantón Pasaje. Se propone realizar el diseño en el área donde se encuentra el actual relleno sanitario, para aprovechar de manera óptima el

terreno y disminuir costos de construcción operación y mantenimiento.



**Figura 4.** Relleno Sanitario Actual del cantón Pasaje  
**Fuente:** Google Earth., 2017.

### **3.2.2 Alternativa 2**

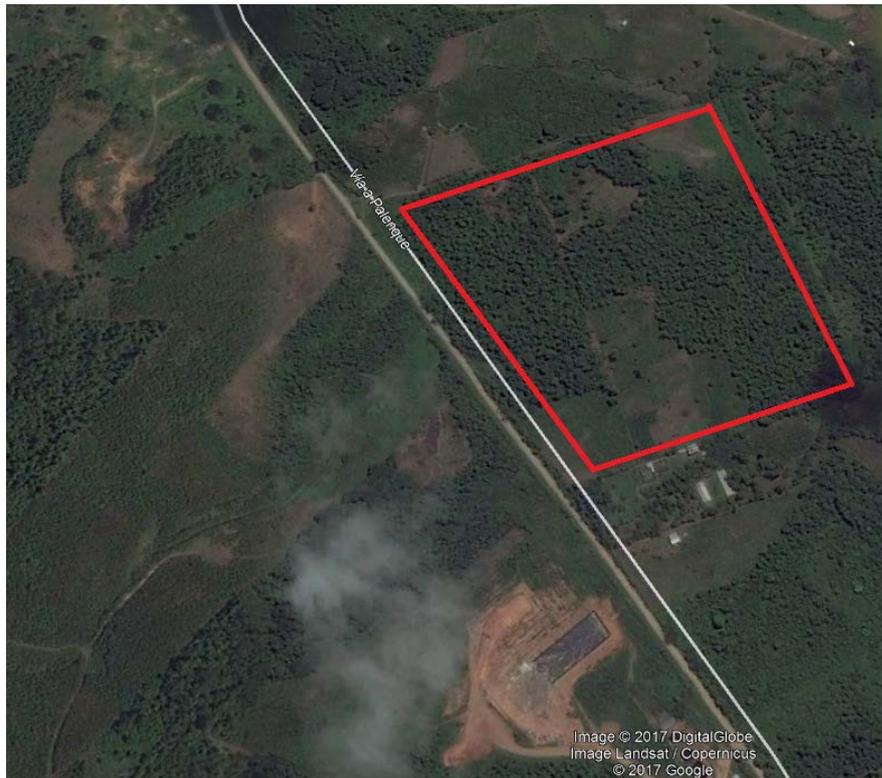
Sector vía a Palenque, ubicado a una distancia de 4,5 Km del centro de Pasaje. Posee 16 hectáreas, árboles y yerbas características de la zona, terreno plano con una elevación del nivel del mar de 30m. Esta área se encuentra localizada en la parte posterior del actual relleno sanitario.



**Figura 5.** Terreno Natural, 2.5 Km vía a Palenque  
**Fuente:** Google Earth., 2017.

### 3.2.3 Alternativa 3

Sector vía a Palenque, ubicado a una distancia de 4,5 Km del cantón Pasaje. Posee 16 hectáreas de terreno llano-montañoso, contiene sembríos de cacao, árboles y yerbas características de la zona. Al estar al costado de la vía, facilita el acceso. El predio se encuentra diagonal al actual relleno sanitario.



**Figura 6.** Terreno Natural, 2.5 Km vía a Palenque  
**Fuente:** Google Earth., 2017.

### **3.3 Restricciones para la selección de la alternativa más conveniente**

Para la selección del terreno donde se va a diseñar el Relleno Sanitario se debe de tomar en cuenta varios parámetros y restricciones, para de esta manera evitar problemas tanto de construcción, como contaminación del medio ambiente.

### **3.3.1 Restricciones Alternativa 1**

Se propuso la ampliación del relleno sanitario actual, para incrementar el tiempo de vida útil de este, ya que está en su etapa de finalización, lo cual no se realizó, debido a que el diseño anterior no permite un óptimo aprovechamiento de las 14 hectáreas del terreno, lo cual no se recomienda una ampliación por el motivo de que su nuevo periodo de vida útil no pasaría los 5 años, lo que ocasionaría después de pasar esa etapa un nuevo estudio, implicando un mayor gasto para el Municipio del cantón Pasaje.

### **3.3.2 Restricción Alternativa 2**

Debido que existe una corta distancia al río aproximadamente 300m y es posible la presencia de acuíferos, o embalses subterráneos, lo que provocaría infiltraciones al terreno donde se quiere implantar el relleno sanitario. Se podría proponer la construcción de una pared impermeable subterránea, la cual elevaría costos.

### 3.3.3 Restricción Alternativa 3

Este terreno muestra depresiones en la mitad de él, por lo que será necesario no solo realizar cortes, sino también rellenos y la creación de terraplenes. También se deberá mover los cultivos que posee a otro sitio. Sin embargo, esta es la mejor alternativa para la realización del diseño del nuevo Relleno Sanitario del cantón Pasaje.

### 3.4 Proyección de la población

El promedio de la tasa de crecimiento del cantón es de 1,63% anual. Para el cálculo se empleó la fórmula exponencial de población.

Utilizando la siguiente expresión:

$$P_f = P_i (1+i)^n \quad \text{EC. 1}$$

Dónde:

$P_f$ =Población Futura.

$P_i$ =Población Inicial.

$i$ = Tasa de crecimiento de la población

$n$ =Intervalo de tiempo,  $t_0$  (Tiempo inicial)- $t_f$ (tiempo final)

$t$ = Variable tiempo en años

**Tabla X.** Proyección de la población total del cantón Pasaje

Año	Población (hab)	Año	Población (hab)
2010	72806	2025	92789
2011	73993	2026	94301
2012	75199	2027	95838
2013	76425	2028	97401
2014	77670	2029	98988
2015	78936	2030	100602
2016	80223	2031	102242
2017	81531	2032	103908
2018	82860	2033	105602
2019	84210	2034	107323

Año	Población (hab)	Año	Población (hab)
2020	85583	2035	109073
2021	86978	2037	112657
2022	88396	2038	114494
2023	89836	2039	116360
2024	91301	2040	118256

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

### 3.5 Producción Per cápita de residuos sólidos.

Para realizar el diseño de disposición final es necesario conocer las cantidades de residuos sólidos producidos por la población. Se conoce gracias a la documentación otorgada por la Ilustre Municipalidad del Cantón Pasaje que actualmente el relleno sanitario llegan 61 toneladas diarias de desechos sólidos.

Con la información obtenida de la cantidad diaria de desechos sólidos municipales y la cantidad de habitantes de 81531, se puede determinar la tasa de generación de desechos sólidos dando como resultado 0,752 kg/Hab/día.

Para este trabajo, se adoptó un crecimiento anual de 0.6% para el cálculo de la producción per cápita, debido a que existe un leve crecimiento de la población en los últimos años, en la siguiente tabla se estima la tasa de generación de desechos sólidos por persona para una proyección de 20 años.

**Tabla XI.** Producción diaria de desechos sólidos para 20 años del cantón Pasaje, partir del año 2017.

Año	Población (hab)	Producción Per Cápita (Kg/hab/día)	Cantidad de Basura (Kg/día)
2017	81531	0,752	61324,42
2018	82860	0,757	62697,95
2019	84210	0,761	64102,24
2020	85583	0,766	65537,99
2021	86978	0,770	67005,90
2022	88396	0,775	68506,68
2023	89836	0,780	70041,08
2024	91301	0,784	71609,85
2025	92789	0,789	73213,75
2026	94301	0,794	74853,58
2027	95838	0,799	76530,13

Año	Población (hab)	Producción Per Cápita (Kg/hab/día)	Cantidad de Basura (Kg/día)
2028	97401	0,803	78244,24
2029	98988	0,808	79996,74
2030	100602	0,813	81788,49
2031	102242	0,818	83620,37
2032	103908	0,823	85493,29
2033	105602	0,828	87408,15
2034	107323	0,833	89365,90
2035	109073	0,838	91367,50
2036	112657	0,843	94936,57
2037	114494	0,848	97062,95

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

### **3.6 Selección del método para la construcción del relleno sanitario.**

Dada la topografía del terreno donde se implantan el relleno sanitario y las características del suelo, el método constructivo que se utilizará es el Áreas, con el fin de aprovechar el terreno disponible y obtener una cantidad suficiente de material de cobertura del propio sitio, el método

consiste en depositarse directamente los desechos sólidos sobre el suelo original, el mismo que debe elevarse algunos metros, previa impermeabilización del terreno. La construcción de celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

El desecho sólido se asentará sobre el suelo de soporte conformado por dos terrazas, la primera a una cota de 21 metros y la segunda a 31 metros, taludes con una relación 0.5:1 (horizontal, vertical).

La primera terraza estará constituida por 6 niveles de celdas hasta llegar a nivelarse con la segunda terraza para finalizar con 10 niveles más.

### **3.7 Alcance del trabajo.**

Contar con un diseño del relleno sanitario para un periodo de 20 años, que permita un óptimo funcionamiento y manejo de los desechos sólidos con la finalidad de evitar la contaminación del medio ambiente, la producción de vectores sanitarios, y exista un área disponible adecuada para la implementación de un eficiente Relleno Sanitario evitando problemas a la salud pública. El estudio proporcionará los planos de construcción, las especificaciones técnicas, normas

ambientales, ordenanzas municipales, un planteamiento para el tratamiento de los líquidos lixiviados.

# **CAPITULO 4**

## **ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

#### **4.1 Área de implantación seleccionada**

Se ubicará frente al antiguo relleno sanitario, que se encuentra ubicado en el complejo ambiental BIJAOYACU km 2 de la vía Pasaje-Palenque. El área disponible para realizar la construcción del nuevo relleno sanitario es de 13.8 hectáreas.

#### **4.2 Topografía del sitio seleccionado**

En el anexo A, se encuentra la topografía del predio ubicado en el complejo ambiental BIJAOYACU km 2 de la vía Pasaje-Palenque.

### 4.3 Volúmenes de corte y relleno del terreno

**Tabla XII.** Producción diaria de desechos sólidos para 20 años del cantón Pasaje, partir del año 2017.

	Área Rellen	Área Corte	Vol Rellen	Vol Corte	Vol Acum Rellen	Vol Acum Corte	Volumen Neto
0+000,00	0	0	0	0	0	0	0
0+010,00	0	1441,68	0	7208,41	0	7208,41	7208,41
0+020,00	0	1694,17	0	15679,27	0	22887,69	22887,69
0+030,00	0	1833,96	0	17640,67	0	40528,36	40528,36
0+040,00	0	1896,29	0	18651,28	0	59179,64	59179,64
0+050,00	0	1899,75	0	18980,22	0	78159,86	78159,86
0+060,00	0	1860,58	0	18801,65	0	96961,52	96961,52
0+070,00	0	1812,69	0	18366,34	0	115327,85	115327,85
0+080,00	0	1765,8	0	17892,42	0	133220,28	133220,28
0+090,00	0	1719,32	0	17425,6	0	150645,88	150645,88
0+100,00	0	1670,98	0	16951,51	0	167597,39	167597,39
0+110,00	0	1634,92	0	16529,5	0	184126,89	184126,89
0+120,00	0	1608,98	0	16219,53	0	200346,42	200346,42
0+130,00	0	1571,83	0	15904,07	0	216250,49	216250,49
0+140,00	0	1524,67	0	15482,52	0	231733,01	231733,01
0+150,00	0	1458,81	0	14917,44	0	246650,45	246650,45
0+160,00	0	1376,39	0	14176,01	0	260826,46	260826,46
0+170,00	0	1275,15	0	13257,71	0	274084,17	274084,17
0+180,00	0	1170,4	0	12227,78	0	286311,95	286311,95
0+190,00	0	1067,58	0	11189,9	0	297501,85	297501,85
0+200,00	0	956,02	0	10118	0	307619,85	307619,85
0+210,00	0	842,84	0	8994,3	0	316614,15	316614,15
0+220,00	0	749,89	0	7963,64	0	324577,8	324577,8
0+230,00	0	655,23	0	7025,59	0	331603,39	331603,39
0+240,00	28,15	612,29	140,75	6337,58	140,76	337940,97	337800,21
0+250,00	104,6	616,62	663,74	6144,54	804,5	344085,51	343281,01
0+260,00	209,86	634,07	1572,3	6253,46	2376,8	350338,97	347962,17
0+270,00	335,59	654,73	2727,24	6443,99	5104,04	356782,96	351678,92
0+230,00	0	655,23	0	7025,59	0	331603,39	331603,39
0+240,00	28,15	612,29	140,75	6337,58	140,76	337940,97	337800,21
0+250,00	104,6	616,62	663,74	6144,54	804,5	344085,51	343281,01
0+260,00	209,86	634,07	1572,3	6253,46	2376,8	350338,97	347962,17
0+270,00	335,59	654,73	2727,24	6443,99	5104,04	356782,96	351678,92
0+280,00	455,19	678,79	3953,88	6667,58	9057,92	363450,54	354392,62
0+290,00	547,34	703,16	5012,63	6909,77	14070,55	370360,32	356289,77
0+300,00	618,16	732,35	5827,51	7177,58	19898,05	377537,89	357639,84
0+310,00	692,15	769,54	6551,55	7509,44	26449,6	385047,33	358597,73
0+320,00	769,92	811,97	7310,32	7907,56	33759,92	392954,89	359194,97
0+330,00	819,75	871,88	7948,35	8419,25	41708,27	401374,14	359665,87
0+340,00	824,55	947,34	8221,52	9096,1	49929,79	410470,24	360540,45
0+350,00	788,44	1044,06	8064,95	9957,04	57994,74	420427,28	362432,54
0+360,00	677,17	1139,61	7328,04	10918,38	65322,78	431345,66	366022,88
0+370,00	573,78	1258,38	6254,75	11989,95	71577,54	443335,61	371758,07
0+380,00	463,79	1366,88	5187,87	13126,3	76765,41	456461,91	379696,5
0+390,00	353,03	1449,36	4084,11	14081,23	80849,52	470543,15	389693,63
0+400,00	253,8	1490,68	3034,16	14700,23	83883,69	485243,38	401359,69
0+410,00	170,04	1504,82	2119,24	14977,53	86002,93	500220,91	414217,98
0+420,00	114,48	1487,87	1422,63	14963,48	87425,55	515184,39	427758,84
0+430,00	80,16	1410,01	973,2	14489,43	88398,76	529673,83	441275,07
0+440,00	66,24	1335,58	732	13727,96	89130,75	543401,78	454271,03
0+450,00	53,44	1237,57	598,39	12865,75	89729,14	556267,53	466538,39
0+460,00	38,46	1148,82	459,48	11931,95	90188,62	568199,48	478010,86
0+470,00	11,4	948,04	249,3	10484,3	90437,92	578683,78	488245,86
0+480,00	0	0	57,01	4740,21	90494,94	583423,99	492929,05

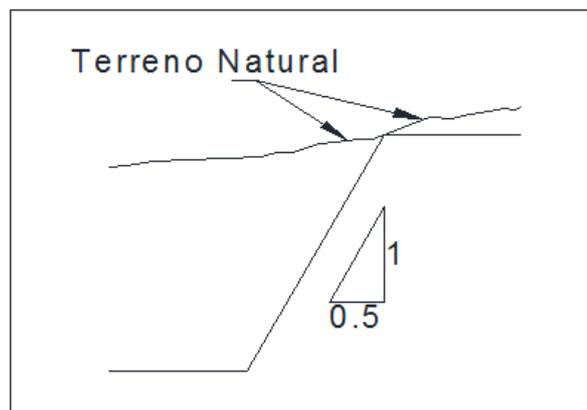
Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

## 4.4 Diseño de Taludes

### 4.4.1 Taludes en corte

Se recomienda que, para la construcción de un Relleno Sanitario, el terreno sea relativamente impermeable, que su composición sea de arenas finas, limos y arcillas. Si el corte no es de una altura considerable, se puede hacer un solo talud, caso contrario hay dos opciones, un talud combinado (posee dos pendientes) o talud con una berma en la mitad de este.

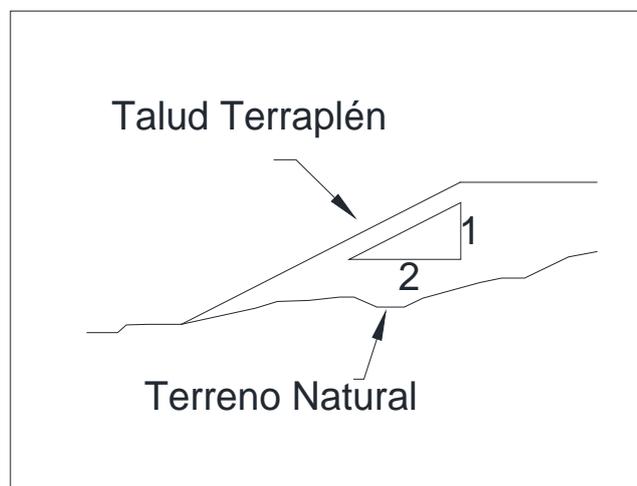
Se adaptó un talud de 0.5:1 para este proyecto ya que se poseen arenas limosas y limos compactos en la composición del suelo, como se muestra en la figura XXX.



**Figura 7. Talud en Corte.**  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.4.2 Taludes en Terraplén

En el caso de terraplenes, el valor comúnmente utilizado es de 1.5:1, ya que se debe colocar tierra previamente extraída, y se utiliza esta medida de seguridad. En este proyecto se ha optado por utilizar un talud de 2:1 por prevención.



**Figura 8.** Talud en Terraplén.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.5 Diseño de la celda diaria

##### 4.5.1 Volumen de la celda.

Los requerimientos para el cálculo de la celda diaria están en función de la producción diaria de desechos sólidos municipales

y la densidad de los desechos sólidos recién compactados, con estos datos se obtiene el volumen diario y anual.

$$\mathbf{V_{cdiaria}} = \frac{Cds}{Ddsc} \quad \text{EC.2}$$

$$\mathbf{V_{canual}} = \mathbf{V_{cdiaria}} \times 365 \quad \text{EC. 3}$$

Dónde:

$V_{cdiaria}$  = Volumen de celda diaria (m<sup>3</sup>/día)

$V_{canual}$  = Volumen de celda anual (m<sup>3</sup>/año)

$Cds$  = Cantidad de desechos sólidos producidos en el relleno sanitario (kg/día)

365 = Equivalente a un año (días)

$Ddsc$  = Densidad de los desechos sólidos recién compactados en el relleno sanitario (400-500 kg/m<sup>3</sup>) y del relleno estabilizado (500-600 kg/m<sup>3</sup>), trabajando con un valor de 600 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabla XIII.** Volumen necesario para 20 años de vida útil de relleno sanitario.

Año	Población (hab)	Cantidad de Basura (Kgdía)	V. Diario m <sup>3</sup> /año	V. Anual m <sup>3</sup> /año	V. Acumulado m <sup>3</sup>
2017	81531	61324,42	102,21	37305,6858	37305,69
2018	82860	62697,95	104,50	38141,2511	75446,94
2019	84210	64102,24	106,84	38995,5312	114442,47
2020	85583	65537,99	109,23	39868,9453	154311,41
2021	86978	67005,90	111,68	40761,922	195073,34
2022	88396	68506,68	114,18	41674,8994	236748,23
2023	89836	70041,08	116,74	42608,3254	279356,56
2024	91301	71609,85	119,35	43562,6582	322919,22
2025	92789	73213,75	122,02	44538,3659	367457,58
2026	94301	74853,58	124,76	45535,9273	412993,51
2027	95838	76530,13	127,55	46555,8319	459549,34
2028	97401	78244,24	130,41	47598,5801	507147,92
2029	98988	79996,74	133,33	48664,6836	555812,61
2030	100602	81788,49	136,31	49754,6654	605567,27
2031	102242	83620,37	139,37	50869,0605	656436,33
2032	103908	85493,29	142,49	52008,4155	708444,75
2033	105602	87408,15	145,68	53173,2896	761618,04
2034	107323	89365,90	148,94	54364,2543	815982,29
2035	109073	91367,50	152,28	55581,894	871564,19
2036	112657	94936,57	158,23	57753,0831	929317,27
2037	114494	97062,95	161,77	59046,6251	988363,89

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

Para una proyección de 20 años el relleno sanitario tendrá un volumen acumulado de 988363,89 m<sup>3</sup>.

#### 4.5.2 Área de la celda diaria

Con los cálculos obtenidos del volumen diario de desechos sólidos presentados en la tabla VII y con la altura de la celda diaria podemos obtener el área de las celdas diarias.

$$Ac = \frac{Vc}{hc} \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:

$Ac$  = Área de la celda (m<sup>2</sup>/día)

$Vc$  = Volumen de la celda diaria (m<sup>3</sup>/día)

$hc$  = Altura de la celda (m),  $hc=1.5\text{m}$

Reemplazando datos en la ecuación Ec. 4 para una proyección de 20 años se obtiene los siguientes resultados descritos en la tabla.

**Tabla XIV.** Área de las celdas diarias y anuales.

Año	Cantidad de Basura (K/día)	A. Celda diaria (m <sup>2</sup> /día)	A. Celda Anual (m <sup>2</sup> /años)
2017	61324,42	68,14	24870,46
2018	62697,95	69,66	25427,50
2019	64102,24	71,22	25997,02
2020	65537,99	72,82	26579,30
2021	67005,90	74,45	27174,61
2022	68506,68	76,12	27783,27
2023	70041,08	77,82	28405,55
2024	71609,85	79,57	29041,77
2025	73213,75	81,35	29692,24
2026	74853,58	83,17	30357,28
2027	76530,13	85,03	31037,22
2028	78244,24	86,94	31732,39
2029	79996,74	88,89	32443,12
2030	81788,49	90,88	33169,78
2031	83620,37	92,91	33912,71
2032	85493,29	94,99	34672,28
2033	87408,15	97,12	35448,86
2034	89365,90	99,30	36242,84
2035	91367,50	101,52	37054,60
2036	94936,57	105,49	38502,06
2037	97062,95	107,85	39364,42

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

En la siguiente tabla se muestra las dimensiones de las celdas diarias para una proyección de 20 años, teniendo como variable

el largo de las celdas a través de los años, fijando los valores de ancho de 10m y altura de 1.5 m.

**Tabla XV. Dimensiones de las celdas diarias**

Año	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
2017	7	10	1,5
2018	7	10	1,5
2019	7	10	1,5
2020	7	10	1,5
2021	7	10	1,5
2022	8	10	1,5
2023	8	10	1,5
2024	8	10	1,5
2025	8	10	1,5
2026	8	10	1,5
2027	9	10	1,5
2028	9	10	1,5
2029	9	10	1,5
2030	9	10	1,5
2031	9	10	1,5
2032	9	10	1,5
2033	10	10	1,5
2034	10	10	1,5
2035	10	10	1,5
3036	10	10	1,5
3037	11	10	1,5

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

Con las dimensiones de las celdas diarias de diseño presentadas en la Tabla XIX, se procedió a un nuevo cálculo de verificación de los volúmenes de basura anual y acumulada para comparar con los volúmenes calculados que se detallan en la Tabla XX, utilizando la siguiente ecuación.

$$V_c = b * h * l$$

Ec.4

Dónde:

$V_c$  = Volumen de celda diaria

$b$  = base

$h$  = altura

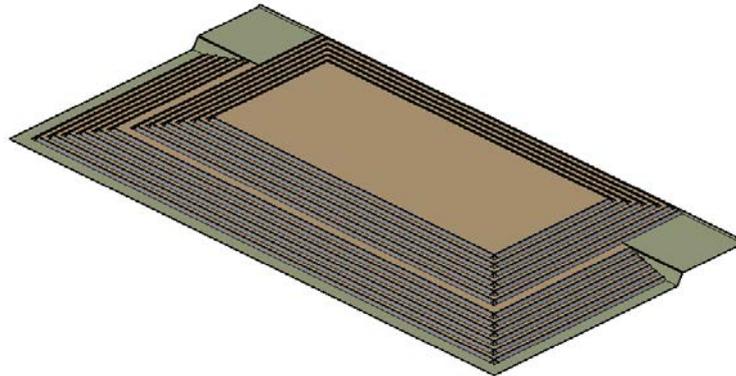
$l$  = largo

**Tabla XVI.** Volumen anual y acumulado.

Año	Volumen diario	Volumen Anual	Volumen Acumulado
2017	105	38325	38325
2018	105	38325	76650
2019	105	38325	114975
2020	105	38325	153300
2021	105	38325	191625
2022	120	43800	235425
2023	120	43800	279225
2024	120	43800	323025
2025	120	43800	366825
2026	120	43800	410625
2027	135	49275	459900
2028	135	49275	509175
2029	135	49275	558450
2030	135	49275	607725
2031	135	49275	657000
2032	135	49275	706275
2033	150	54750	761025
2034	150	54750	815775
2305	150	54750	870525
306	150	54750	925275
3037	165	60225	985500

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

En la figura 8 se muestra el esquema final del relleno sanitario acumulado en vista 3D.



**Figura 9.** Simulación 3D del relleno sanitario.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

En la tabla XXI se presenta el volumen total de basura por cada nivel, con el cual se pudo calcular la vida útil por meses de operación.

**Tabla XVII.** Volumen y vida útil de cada nivel del relleno sanitario.

Nivel	Volumen (m3)	V. Acum. (m3)	Mese de operación
1	101753,23	101753,23	32
2	100793,41	202546,64	29
3	87723,92	290270,56	25
4	81059,05	371329,61	22
5	74684,34	446013,95	20
6	68619,62	514633,57	17
7	87186,56	601820,13	21
8	79861,27	681681,4	19
9	69931,43	751612,83	16
10	60589,57	812202,4	13
11	51835,72	864038,12	11
12	43669,87	907707,99	9
13	32025,83	939733,82	7
14	25371,98	965105,8	5
15	19306,12	984411,92	4
16	14273,78	998685,7	2

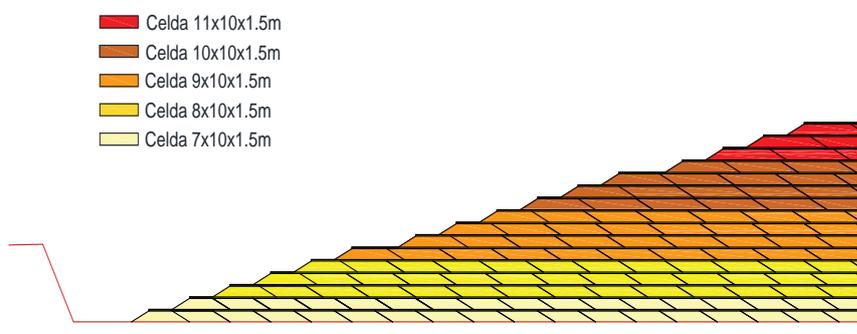
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

Gracias a los volúmenes de los niveles, se le asignó a cada uno un volumen de celda según el año de operación y la producción de basura del mismo, dándonos como resultados los siguientes datos expresados en la tabla XXII y en la figura 8.1.

**Tabla XVIII.** Dimensiones de las celdas diarias por nivel.

Nivel	Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)
1	7	10	1,5
2	7	10	1,5
3	8	10	1,5
4	8	10	1,5
5	8	10	1,5
6	9	10	1,5
7	9	10	1,5
8	9	10	1,5
9	9	10	1,5
10	10	10	1,5
11	10	10	1,5
12	10	10	1,5
13	10	10	1,5
14	11	10	1,5
15	11	10	1,5
16	11	10	1,5

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

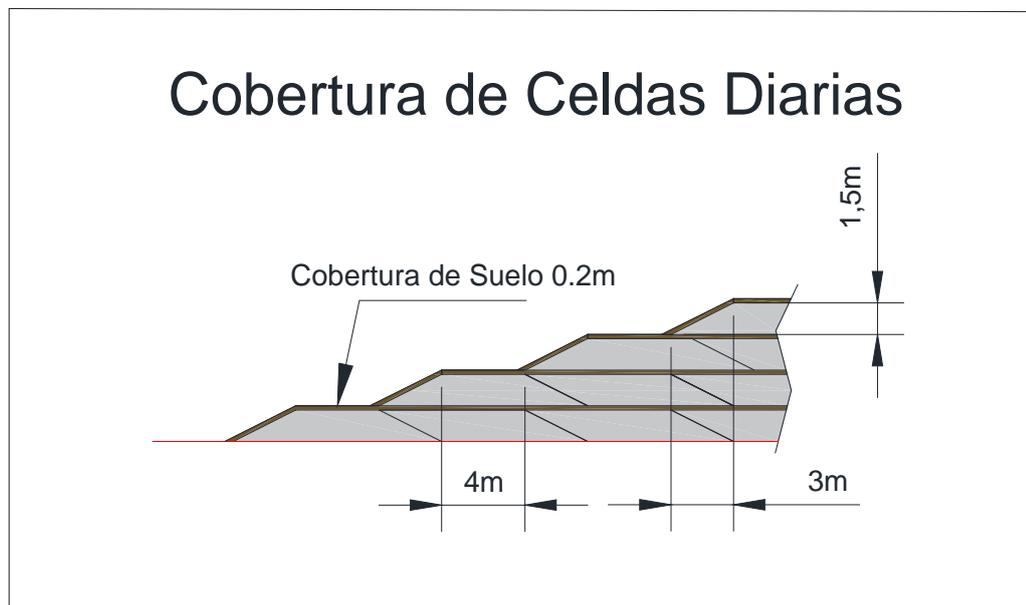


**Figura 10.** Áreas de celdas diarias según niveles del relleno sanitario.

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.5.3 Cobertura de la celda diaria

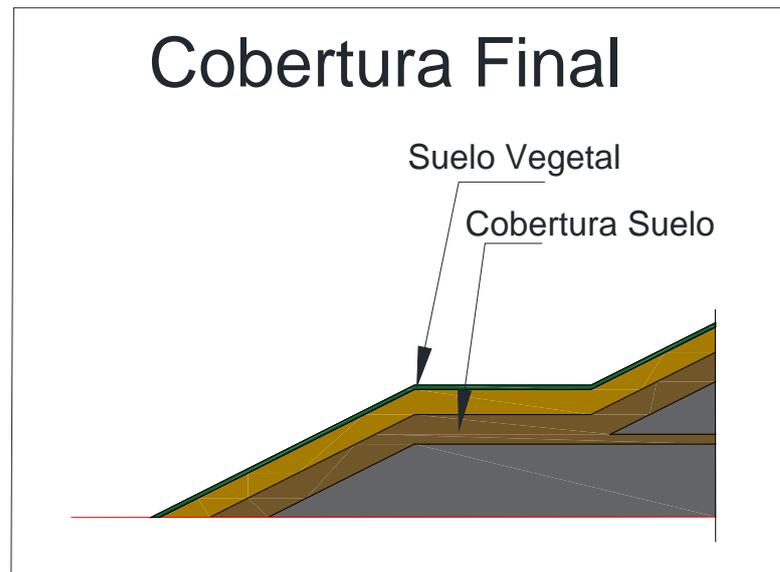
Una vez que se ha construido la celda diaria se recubre con una capa de tierra con un espesor 0,20 m, esta cobertura se realizará diariamente con el fin de controlar la presencia de insectos, roedores y gallinazos, así como también de malos olores, la humedad y evitar que la basura se disperse, al momento de la colocación de la siguiente celda lateral se procederá a quitar el material para que las celdas entren en contacto entre sí. En la siguiente figura se muestra un corte del perfil del relleno sanitario con la cobertura.



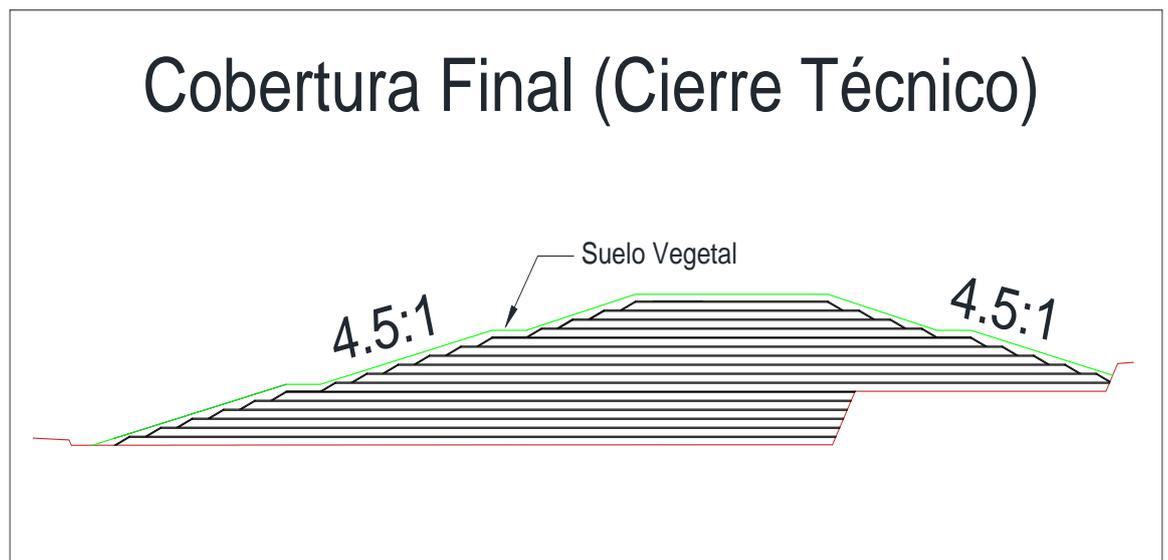
**Figura 11.** Cobertura de celdas diarias.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.5.4 Cobertura final

Para el cierre técnico del Relleno Sanitario, se procederá a cubrir la pirámide del relleno sanitario con material de cobertura, el mismo que fue retirado del terreno al momento de realizar los cortes para las nivelaciones, formando un talud de mayor estabilidad de 4,5:1, y sobre él se colocará una capa de tierra fértil, ya que se lo revestirá con vegetación.



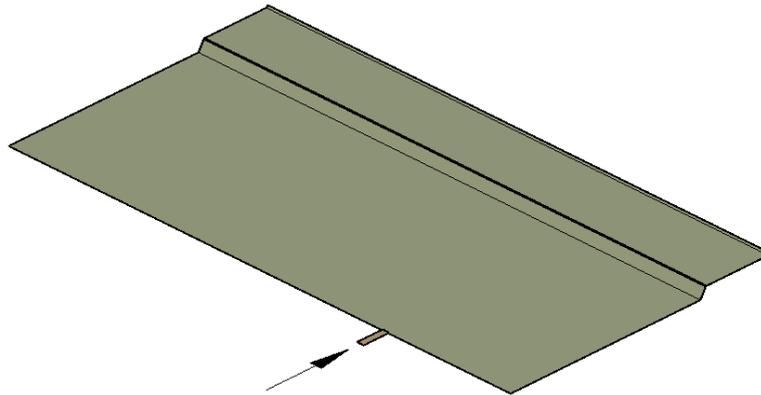
**Figura 12.** Cobertura final.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.



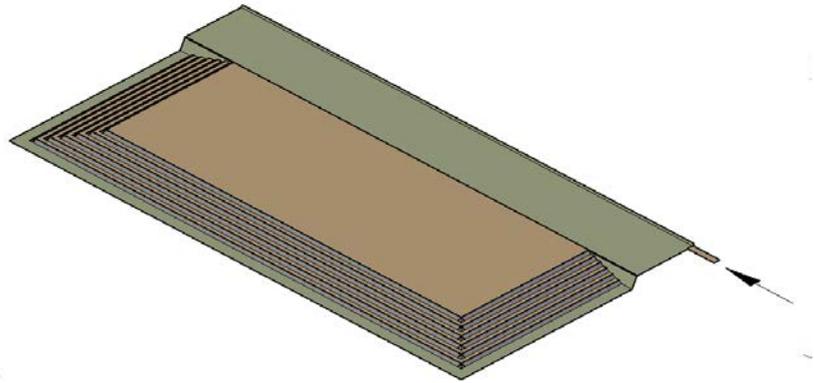
**Figura 13.** Cobertura final cierre técnico.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.6 Vías de acceso.

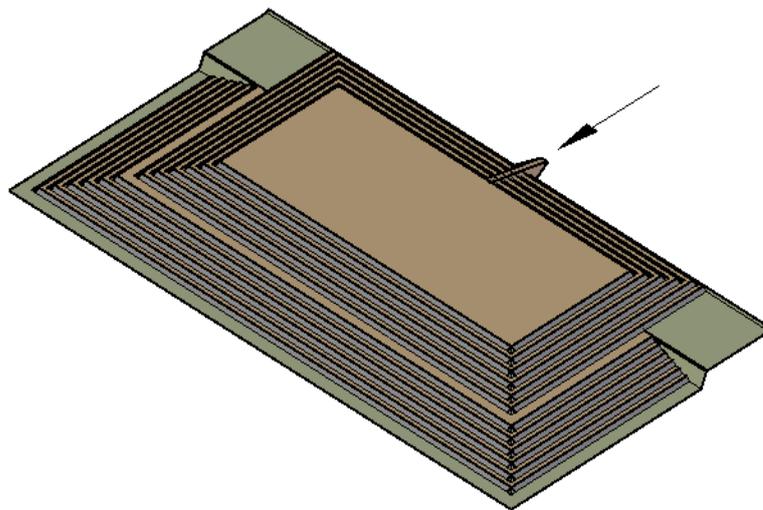
Para el manejo de los desechos dentro del relleno sanitario, se debe tener en cuenta las vías de acceso de los vehículos, tanto los recolectores de basura y maquinarias de construcción, por lo que se diseñó 3 etapas con una entrada cada una como se muestran en las siguientes figuras.



**Figura 14.** Primera vía de acceso para 12 años.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.



**Figura 15.** Segunda vía de acceso, 6.5 años.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.



**Figura 16.** Tercera vía de acceso, 1.5 años.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

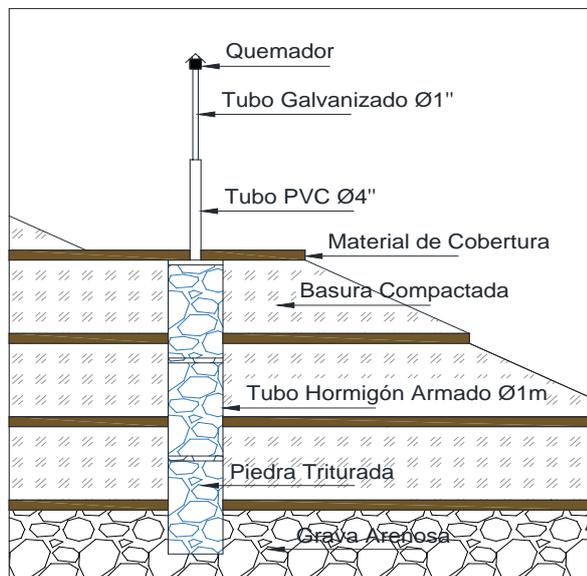
Como se muestra, para los 18.5 primeros años, no se mostró la necesidad de la construcción de rampas de acceso, ya que la topografía del lugar y los dos niveles de las plataformas ayudan al ingreso de los vehículos. En cambio, para el año y medio final del

proyecto, se construirá una plataforma con pendiente de 8%, y un ancho de 6m, la cual poseerá taludes laterales con pendientes suaves y será construido con el mismo material de la zona compactado.

## **4.7 Gases**

### **4.7.1 Control de gases**

Para realizar la evacuación de los gases, se construirá un sistema de ventilación de tuberías de hormigón armado, el mismo que funcionará a manera de chimenea, cuyas dimensiones son de 1m de diámetro y 2m de altura, en el interior se agregará piedras ( $\Phi$  10-20 cm). Se colocará un tubo PVC  $\Phi$  4" perforado cada 0.1 m, un tubo galvanizado  $\Phi$  1" y un quemador, estas chimeneas estarán cada 25 metros de distancia entre una y otra, se construirán a medida que avanza la construcción del relleno sanitario. En la siguiente figura se muestra la chimenea.



**Figura 17.** Detalle de la chimenea.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

## 4.8 Lixiviados

### 4.8.1 Cantidad de lixiviados

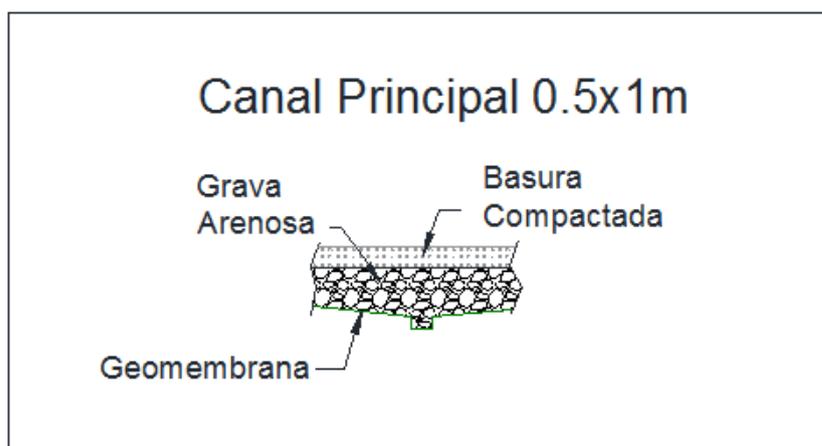
La cantidad de lixiviado, así como su calidad, producida en un relleno sanitario depende de las características climáticas de la zona (temperatura, humedad, y precipitación) y de las cantidades de los desechos sólidos descargados en el mismo.

### 4.8.2 Manejo del líquido lixiviado

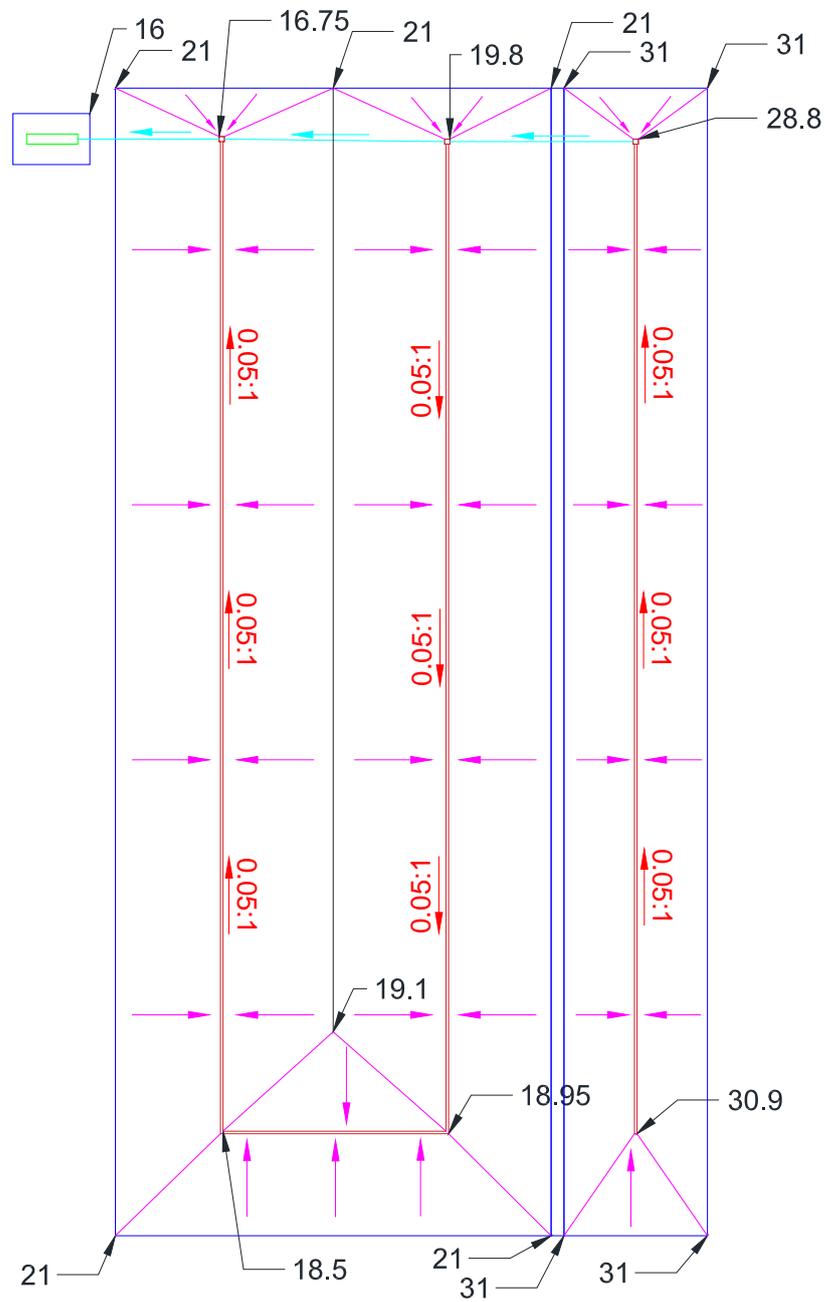
El manejo de los líquidos lixiviados es un gran problema, es importante la construcción de un drenaje que servirá de base al

relleno para almacenar y conducir los lixiviados en el terreno, de esta manera lograr un mayor tiempo de infiltración y la disminución en la superficie.

Este sistema de drenaje consistirá en una red principal construido en la base del relleno sanitario, estará cubierta con geomembrana HDPE  $e=1\text{mm}$  al igual que todo el suelo del Relleno Sanitario, dando como resultado un área total de  $106334.542\text{m}^2$ . La sección del canal principal será cuadrada con dimensiones de 1m de ancho, 0.50 m de profundidad, una longitud de 390m y una pendiente del 5%. Se llenará las zanjas con grava arenosa entre 5 y 20", como se muestra en la figura11.

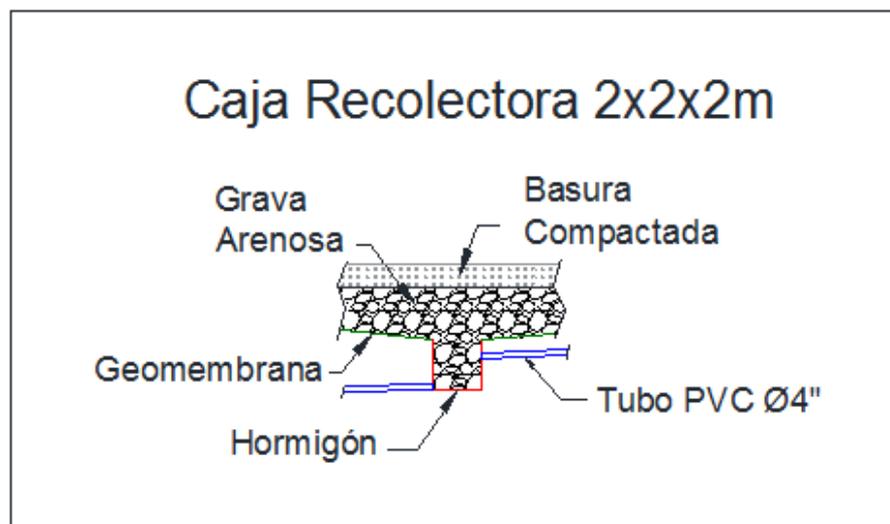


**Figura 18.** Canal Principal.  
**Fuente.** Farfán, J., Márquez, L, 2017.



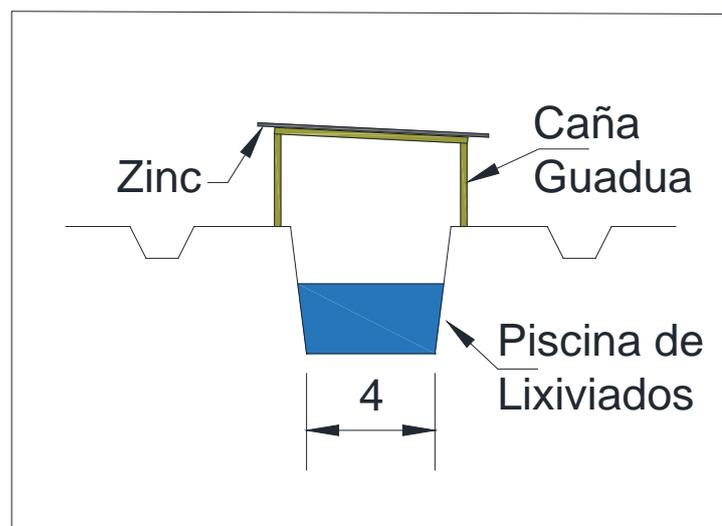
**Figura 19.** Sistema de Drenaje, Cotas y Pendientes.  
**Fuente.** Farfán, J., Márquez, L, 2017.

Además, la red principal se conectará con 3 recolectores construidos de hormigón armado dividiendo el canal en tres tramos, cuyas dimensiones son 2 metros de ancho, 2 metros de largo y 2 de profundidad como se muestra en la Figura 11.2. Estos estarán conectados por medio de una tubería de PVC  $\varnothing$  4" y la última descargará los líquidos almacenados a la laguna. Las dimensiones de la laguna de los líquidos lixiviados serán de 4 metros de profundidad, 20 m de largo y 4m de ancho, con una capacidad de almacenamiento de 320m<sup>3</sup>.



**Figura 20.** Caja Recolectora de Hormigón Armado.  
**Fuente.** Farfán, J., Márquez, L, 2017.

Para evitar el ingreso de la lluvia que cae directamente sobre la laguna y provoque el aumento del volumen de lixiviados se tendrá una cubierta de zinc con el propósito de ayudar a la evaporación de los líquidos, la cual constará con pilares construidos de caña guadua. También se realizarán cunetas alrededor de la piscina para evitar que ingresen aguas de escorrentías.



**Figura 21.** Piscina de Lixiviados.  
**Fuente.** Farfán, J., Márquez, L, 2017.

### **4.8.3 Planteamiento para el tratamiento de los líquidos lixiviados**

Para el proceso de un óptimo tratamiento deben tomarse en cuenta los siguientes aspectos:

- Toxicidad que puede causar a los microorganismos en caso de usarse procesos biológicos de tratamiento.
- Formación de espumas.
- Formación de sólidos en las tuberías, canales, válvulas, bombas, tanques, y en general en toda la obra.
- Cambio de las características del lixiviado en el tiempo.

#### **4.8.3.1 Recirculación de lixiviados.**

Es una tecnología amigable para el medio ambiente, reduciendo los costos de tratamiento final, permitiendo que los líquidos lixiviados mejoren su calidad, y asegurar un excelente tratamiento de los mismos, evitando el riesgo de contaminación en el agua superficial y otros factores.

La recirculación de lixiviados permite incrementar el tiempo de vida útil del relleno sanitario.

Este tratamiento consiste en recolectar los lixiviados y recircularlos a través del relleno sanitario. Se estima que durante las primeras etapas del funcionamiento del relleno, el líquido lixiviado tendrá altas cantidades de Sólidos Disueltos Totales (SDT), DBO5, DQO, nutrientes y metales pesados. A medida que se se recircula el lixiviado, se disuelve y se disminuye los compuestos por actividad biológica y por otras reacciones químicas y físicas que se producen dentro del relleno.

#### **4.8.3.2 Evaporación de lixiviados**

Es un tratamiento sencillo para los líquidos lixiviados, las piscinas serán recubiertas de geomembrana para la evaporación de lixiviados por medio de la luz solar. El lixiviado que no se evapora se riega por encima de las celdas diarias completas del relleno sanitario.

Se puede incluso aprovechar la energía que se tiene en el biogás del relleno sanitario en evaporar el lixiviado por calentamiento. Lo que se denomina vaporización del gas, mientras que otras tecnologías pueden utilizar el

calor residual que generan motores de combustión o turbinas, que utilizan el biogás para generar potencia mecánica, que a su vez se puede usar para la generación eléctrica.

#### **4.9 Cerca viva.**

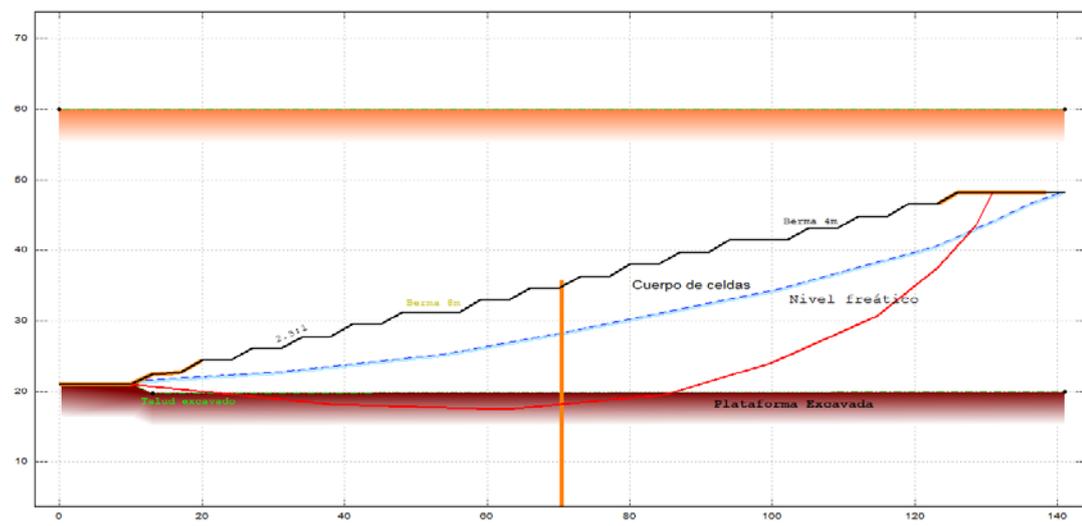
Se construirá una cerca de alambres de púas de cuatro hiladas con un portón de entrada para darle seguridad y orden a la obra, también se realizará la siembra de un cerco vivo de árboles, el mismo ayudará al aislamiento visual de los desechos sólidos, además dará una buena apariencia estética al contorno del terreno, así como también servirá para retener papeles, plásticos que pueden ser levantados por el viento. Para la elaboración del cerco se utilizará plantas exclusivas de la Zona.

#### **4.10 Caseta de Guardia y letrina.**

Se realizara la construcción de una caseta la cual será utilizada como portería, lugar para guardar herramientas, instalaciones sanitarias. El sitio debe contar con instalaciones mínimas que aseguren la comodidad y bienestar de los trabajadores.

#### 4.11 Análisis de estabilidad del perfil de mayor altura.

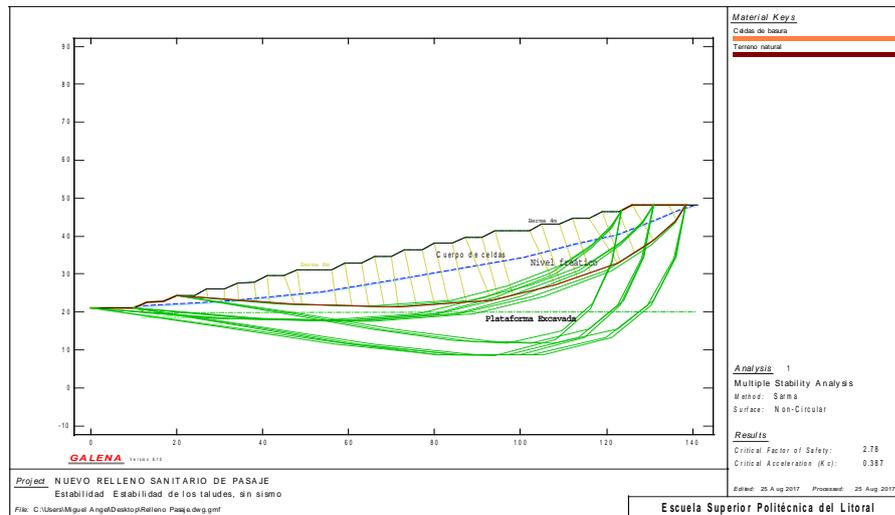
Se utilizó el Programa Galena para analizar la estabilidad de taludes considerando diferentes métodos de estabilidad para obtener un correspondiente factor de seguridad; tomando en cuenta las condiciones hidrológicas y geológicas del lugar donde se encuentra la obra sanitaria.



**Figura 22.** Información previa a la corrida.

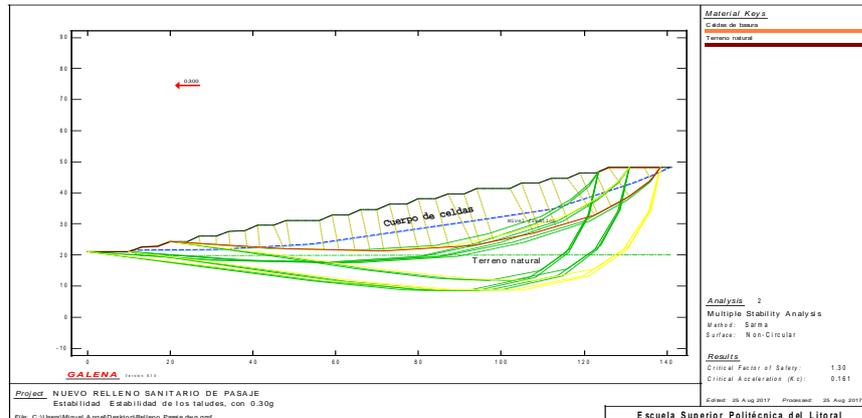
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

A continuación, se presentan las corridas del sitio en estudio, donde se fue variando la fuerza sísmica para así comparar los impactos generados por tal fenómeno sobre el talud.



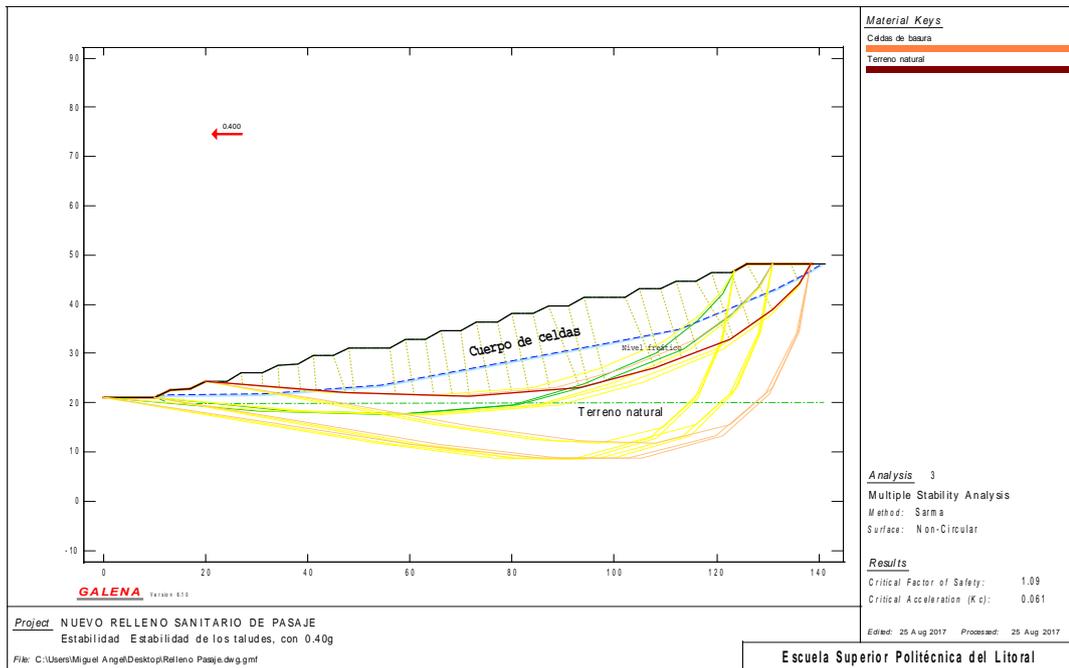
**Figura 23.** Análisis de estabilidad sin considerar sismos  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

De la corrida 1, donde no se consideró sismos, con un factor de seguridad de 2,78 demostrando que el relleno es muy estable.



**Figura 24.** Análisis de estabilidad considerando un sismo de 0.3g de aceleración horizontal.  
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

En la corrida 2, se consideró un sismo de 0.3g de aceleración horizontal, se obtuvo un factor de seguridad de 1,30, el cual indica un relleno estable.



**Figura 25.** Análisis de estabilidad considerando un sismo de 0.4g de aceleración horizontal.

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

En la corrida 3, considerando un sismo de 0.4g de aceleración horizontal, se obtuvo un factor de seguridad de 1,09; demostrando que el relleno sigue siendo estable.

## 4.12 Estudio ambiental

### 4.12.1 Antecedente

Se realizará el estudio de impacto ambiental del relleno sanitario para la ciudad de Pasaje como instrumento para la toma de decisiones sobre el proyecto y actividades en él,

aportando al fortalecimiento del desarrollo sustentable de la comunidad y la gestión integral de residuos sólidos.

Se deben tomar medidas para identificar y mitigar correctamente los impactos negativos del proyecto hacia los distintos recursos (agua, aire y suelo), y en diferentes etapas (construcción, operación y cierre).

#### **4.12.2 Marco legal**

Es fundamental para realizar el estudio de impacto ambiental del relleno sanitario del cantón Pasaje el debido conocimiento de las leyes y normativas que se debe seguir en el proyecto.

#### **4.12.3 Constitución de la República del Ecuador**

Que en el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador (del derecho al buen vivir) Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir. Se debe tener en cuenta que el manejo de los desechos sólidos ha sido uno de los problemas principales para el medio ambiente y

en sus componentes requiere el control y distribución final por parte de los Gobiernos Autónomos Descentralizados.

El COOTAD estipula en su Art. 4 literal d). La recuperación y conservación de la naturaleza y el mantenimiento de medio ambiente sostenible y sustentable; y en su literal f): La obtención de un hábitat seguro y saludable para los ciudadanos y la garantía de su derecho a la vivienda en el ámbito de sus respectivas competencias.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley en este caso los gobiernos municipales tienen q llevar a cabo los servicios de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental, depuración de aguas residuales, agua potable, alcantarillado y aquellos que establezca la ley.

La empresa AGUAPAS del Cantón Pasaje es la encargada de llevar un control y distribución apropiada para recolección de los residuos orgánicos e inorgánicos y darle su debido tratamiento para el buen vivir de la población, así como está estipulado en el Art. 14 de la Constitución de la República del Ecuador.

#### **4.12.4 Reforma del libro VI del texto Unificado de Legislación**

##### **Secundaria Sección Gestión Integral de Residuos y/o**

##### **Desechos Sólidos no Peligrosos**

Art. 59 Fases de manejo de desechos y/o residuos sólidos no peligroso. - El manejo de los residuos sólidos corresponde al conjunto de actividades técnicas y operativas de la gestión integral de residuos y/o desechos sólidos no peligrosos que incluye: minimización en la generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, transporte, acopio y/o transferencia, aprovechamiento, tratamiento y disposición final.

#### **4.12.5 Título III del Sistema Único de Manejo Ambiental Capítulo I**

##### **Régimen Institucional**

Art. 72 Derecho a la restauración. - La naturaleza tiene derecho a la restauración. Esta restauración será independiente de la obligación que tiene el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados.

#### **4.12.6 Reforma del libro VI del texto Unificado de Legislación**

##### **Secundaria**

Art. 86, del generador de desechos peligrosos y/o especiales. -  
Corresponde a cualquier persona natural o jurídica, pública o privada que genere desechos peligrosos y/o especiales derivados de sus actividades productivas o aquella persona que esté en posesión o control de esos desechos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa que luego de su utilización o consumo se convierta en un desecho peligroso o especial, tendrá la misma responsabilidad de un generador, en el manejo del producto en desuso, sus embalajes y desechos de productos o sustancias peligrosas.

#### **4.12.7 Título III del Sistema Único de Manejo Ambiental Capítulo I**

##### **Régimen Institucional**

Art. 15 Uso de tecnologías limpias y no contaminantes. - El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en

detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho del agua.

#### **4.12.8 Parágrafo VIII de la Disposición Final**

Art. 75 De la disposición final. -Los Gobiernos Autónomos Descentralizados podrán proponer tecnologías apropiadas para disposición final de residuos y/o desechos sólidos, para así reducir el volumen de la disposición final de los mismos, enmarcadas en lo establecido en la normativa ambiental nacional.

#### **4.12.9 Características ambientales del entorno del relleno sanitario en este proyecto.**

En el terreno donde se implantará el relleno sanitario existe presencia de matorrales, yerba mala y pasto, la flora y la fauna existente es mínimas por lo que no será afectada por el desarrollo del proyecto en el lugar.

Existen viviendas dispersas a más de 300 m, así mismo no hay presencia de actividad agrícola cerca. El sitio de implantación

se encuentra adyacente a la vía principal de comunicación entre Pasaje y Palenque.

#### **4.12.10 Determinación de Impacto Ambiental del Proyecto.**

##### **4.12.10.1 Medidas de Mitigación**

Es importante conocer cada factor, tanto positivo y negativo, que resulten de la construcción, operación y cierre del proyecto en cuanto a la evaluación de impactos ambientales. Se debe tener en cuentas daños al medio ambiente que esto producirá, como aguas residuales producidas, deforestación de la zona, entre otras.

Se utilizará el método de la matriz de Leopold para poder realizar una comparación entre cada actividad realizada durante la construcción, operación y cierre del proyecto, comparándolas entre ellas y asignándoles un valor numérico para determinar que tanto afectan al medio Ambiente.

#### 4.12.10.2 Matriz de Valoración de Impacto Ambiental

El medio ambiente y sus componentes se verán afectados por cualquier obra realizada en ellos, depende de que tanto esta ayude al impacto ambiental y que tanto lo afecte. Gracias la matriz VIA, es posible enlistar estas actividades envueltas en la obra, y poder darles un grado de importancia para saber si es amigable o no para el medio ambiente.

Esta matriz está dada por la siguiente fórmula:

$$VIA = |R_v|^{F_{Rv}} * |R_g|^{F_{Rg}} * |R_m|^{F_M} \quad \text{Ec. 5}$$

Dónde:

$R_v$  = matriz de reversibilidad.

$R_g$  = matriz de riesgo.

$R_m$  = matriz de magnitud.

#### **4.12.10.3 Evaluación de Impacto Ambiental.**

Se realizará una evaluación de impacto ambiental con la finalidad de predecir e interpretar los impactos negativos al medio ambiente que esta actividad producirá en su fase de construcción y operación.

#### **4.12.10.4 Fase de Construcción**

De acuerdo a los resultados obtenidos de la Matriz de Valoración de Impacto Ambiental para la fase de construcción del Relleno Sanitario de Pasaje, se obtuvieron las actividades que generan un mayor impacto al medio ambiente.

Siendo la actividad con mayor impacto:

- Excavación
- Construcción de vías de acceso

Y los recursos mayormente afectados correspondientes a dichas actividades:

- Suelo
- Agua
- Flora y Fauna

#### **4.12.10.5 Fase de Operación**

Así como para la fase de construcción se determinó la actividad con mayor impacto y los recursos con mayor afectación:

Actividades con mayor impacto:

- Operación y Mantenimiento
- Trafico de Recolectores
- Generación de lixiviados

Recursos mayormente afectados:

- Aire
- Agua

- Suelo

#### **4.12.10.6 Matriz de Leopold**

Un procedimiento para la evaluación del impacto ambiental de un proyecto de desarrollo y, por tanto, para la evaluación de sus costos y beneficios ecológicos (Leopold et al., 1971)

#### **4.12.10.7 Matriz Intensidad (Int)**

En la matriz intensidad sus valores varían de 1-10 dependiendo del grado de cambio sufrido, siendo así (10) el valor de mayor impacto, (1) el valor de muy bajo impacto y (0) para actividades de impactos muy leves.

**Tabla XIX.** Matriz de Intensidad para construcción.

Intensidad										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	2	2	0	0	0	0	0	1	2	2
Desbroce	2	2	1	0	0	1	1	5	2	5
Excavación	5	5	8	8	5	5	5	9	5	7
Desalojo	4	4	6	5	0	0	0	5	5	7
Colocación de Geomembrana HDPE	2	2	0	0	0	0	0	2	4	5
Construcción de vías de acceso	7	6	8	8	1	2	1	8	8	8
Construcción de obras complementarias	5	5	6	5	3	4	4	5	6	7

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XX.** Matriz de Intensidad para la fase de Operación.

Intensidad										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	4	5	2	5	4	2	4	3	3	3
Tráfico de Recolectores	4	3	5	6	0	2	2	2	5	4
Descarga de desechos	5	5	4	8	3	4	4	5	7	8
Generación de Gases	5	5	0	7	0	0	0	0	0	1
Generación de Lixiviados	3	3	8	8	2	3	5	2	0	0
Cobertura sobre desechos	1	1	1	1	1	1	1	2	2	0

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXI.** Matriz de Intensidad para la fase de demolición.

Intensidad										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	1	1	5	8	5	7	10	3	0	0
Relleno	5	5	1	7	8	8	10	5	0	1
Compactación	1	1	1	3	3	7	7	3	5	5
Reforestación de	5	5	1	7	1	5	7	1	0	0

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.8 Matriz Extensión (Ext).

En la matriz extensión su valor es de (10) para actividades que generen impactos regionales, (5) para impactos locales y (1) para impactos puntuales.

**Tabla XXII.** Matriz de Extensión para construcción.

Extensión										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1
Desbroce	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Excavación	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Desalojo	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Colocación de Geomembrana HDPE	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Construcción de vías de acceso	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Mantenimiento de maquinaria y equipos	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXIII.** Matriz de Extensión para la fase de Operación.

Extensión										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Tráfico de Recolectores	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Descarga de desechos	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Generación de Gases	1	1	1	1	0	0	0	1	5	1
Generación de Lixiviados	1	1	0	0	1	1	1	1	5	1
Cobertura sobre desechos	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXIV.**Matriz de Extensión para la fase de demolición.

Extensión										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	1	1	1	5	5	5	5	1	5	5
Relleno	1	1	1	5	1	1	1	1	5	1
Compactación	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1
Reforestación de área	5	5	1	5	5	5	5	5	5	5

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.9 Matriz Duración (Dur).

En la matriz duración su valor es (10) para actividades que generen impactos mayores a 10 años, (5) para impactos de 5 a 10 años, (1) para impactos menores a 5 años.

**Tabla XXV.** Matriz de Duración para construcción.

Duración										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desbroce	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Excavación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desalojo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Colocación de Geomembrana HDPE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construcción de vías de acceso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Mantenimiento de maquinaria y equipos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXVI.** Matriz de Duración para la fase de Operación.

Duración										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Tráfico de Recolectores	0	0	10	10	0	0	0	10	10	10
Descarga de desechos	0	0	10	10	0	0	0	10	10	10
Generación de Gases	10	10	0	10	0	0	0	0	0	10
Generación de Lixiviados	10	10	0	0	10	10	10	10	0	0
Cobertura sobre desechos	0	0	10	10	0	0	0	0	10	0

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXVII.** Matriz de Duración para la fase de demolición.

Actividades	Duración									
	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Relleno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Compactación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reforestación de área	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.10 Matriz de Signo (S).

La matriz signo su valor es (-1) para actividades que generen impactos negativos y (+1) para actividades que generen impactos positivos.

**Tabla XXVIII.** Matriz de Signo para construcción.

Signo										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Soil	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	-1	-1	0	0	0	0	0	-1	1	-1
Desbroce	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Excavación	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Desalojo	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Colocación de Geomembrana HDPE	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Construcción de vías de acceso	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Mantenimiento de maquinaria y equipos	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	-1	1	-1

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXIX.** Matriz de Signo para la fase de Operación.

Signo										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	-1
Tráfico de Recolectores	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	1	-1
Descarga de desechos	-1	0	-1	-1	0	0	0	0	1	-1
Generación de Gases	-1	-1	0	-1	0	0	0	0	0	-1
Generación de Lixiviados	-1	-1	0	0	-1	-1	-1	-1	0	-1
Cobertura sobre desechos	-1	-1	-1	-1	0	0	0	-1	1	-1

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXX.** Matriz de Signo para la fase de demolición.

Signo										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Relleno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Compactación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reforestación de área	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.11 Matriz Magnitud (M)

Es una matriz calculada, está conformada por las matrices, intensidad, extensión, duración y signo, multiplicada cada una por un factor como se presenta en la siguiente tabla xxx.

**Tabla XXXI.** Matriz Magnitud.

Matriz Magnitud	
Factores	Matrices
0.4	Intensidad
0.3	Extensión
0.3	Duración

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

La matriz magnitud estará dada por la siguiente ecuación:

$$[M] = [\pm S] [Intensidad * 0.4.] + [Extensión * 0.3] + [Duración * 0.3]$$

Ec. 6

**Tabla XXXII.** Matriz de Magnitud para construcción.

Magnitud										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Soil	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	-1,1	-1,1	0	0	0	0	0	-1	2,6	-1,4
Desbroce	-1,4	-1,4	-1	-0,6	-0,6	-1	-1	-2,6	2,6	-2,6
Excavación	-2,6	-2,6	-3,8	-3,8	-2,6	-2,6	-2,6	-4,2	3,8	-3,4
Desalojo	-2,2	-2,2	-3	-2,6	-0,6	-0,6	-0,6	-2,6	3,8	-3,4
Colocación de Geomembrana HDPE	-1,4	-1,4	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-0,6	-1,4	3,4	-2,6
Construcción de vías de acceso	-3,4	-3	-3,8	-3,8	-1	-1,4	-1	-3,8	5	-3,8
Mantenimiento de maquinaria y equipos	-2,6	-2,6	-3	-2,6	-1,8	-2,2	0	-2,6	4,2	-3,4

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXXIII.** Matriz de Magnitud para la fase de Operación.

Magnitud										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	-4,9	-5,3	-4,1	-5,3	-4,9	-4,1	-4,9	-4,5	5,7	-4,5
Tráfico de Recolectores	-1,9	-1,5	-5,3	-5,7	0	0	0	-4,1	6,5	-4,9
Descarga de desechos	-2,3	0	-4,9	-6,5	0	0	0	0	7,3	-6,5
Generación de Gases	-5,3	-5,3	0	-6,1	0	0	0	0	0	-3,7
Generación de Lixiviados	-4,5	-4,5	0	0	-4,1	-4,5	-5,3	-4,1	0	-0,3
Cobertura sobre desechos	-0,7	-0,7	-3,7	-3,7	0	0	0	-1,1	5,3	-0,3

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXXIV.** Matriz de Magnitud para la fase de demolición.

Actividades	Magnitud									
	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	1	1	2,6	5	3,8	4,6	5,8	1,8	1,8	1,8
Relleno	2,6	2,6	1	4,6	3,8	3,8	4,6	2,6	1,8	1
Compactación	1	1	1	1,8	1,8	3,4	3,4	1,8	3,8	2,6
Reforestación de área	3,8	3,8	1	4,6	2,2	3,8	4,6	2,2	1,8	1,8

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.12 Matriz Reversibilidad (Rev.).

La matriz de reversibilidad tiene valores de (10) para actividades que generen impactos irreversibles, (8) para impactos reversibles a largo plazo, (5) para impactos parcialmente reversibles y (1) para impactos altamente reversibles.

**Tabla XXXV.** Matriz de Reversibilidad para construcción.

Reversibilidad										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Desbroce	5	5	1	1	5	5	5	1	1	10
Excavación	5	5	1	1	5	5	5	5	1	10
Desalojo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Colocación de Geomembrana HDPE	5	5	1	1	5	5	5	5	1	10
Construcción de vías de acceso	5	5	1	1	1	1	1	1	1	10
Mantenimiento de maquinaria y equipos	1	1	1	1	5	5	5	5	1	10

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXXVI.** Matriz de Reversibilidad para la fase de Operación.

Reversibilidad										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Tráfico de Recolectores	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Descarga de desechos	5	5	1	1	1	1	1	5	5	5
Generación de Gases	5	5	0	5	0	0	0	0	0	5
Generación de Lixiviados	5	5	0	0	5	5	5	5	0	0
Cobertura sobre desechos	0	0	0	5	0	0	0	0	5	1

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXXVII.** Matriz de Reversibilidad para la fase de demolición.

Reversibilidad										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Relleno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Compactación	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Reforestación de área	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.13 Matriz de Riesgos (Rg)

La matriz de riesgos tiene valores de (10) para impactos que tienen una probabilidad de ocurrencia alta, (5) para impactos que tienen una probabilidad de ocurrencia media y (1) para impactos que tienen una probabilidad de ocurrencia baja.

**Tabla XXXVIII.** Matriz de Reversibilidad para construcción.

Riesgo										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Topografía	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1
Desbroce	5	5	10	10	10	10	10	10	5	5
Excavación	5	5	10	10	10	10	10	10	5	5
Desalojo	5	5	10	10	10	10	10	10	5	5
Colocación de Geomembrana HDPE	5	5	5	5	10	5	5	10	1	5
Construcción de vías de acceso	5	5	5	5	5	5	5	5	1	10
Mantenimiento de maquinaria y equipos	5	5	1	5	5	5	5	5	1	10

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XXXIX.** Matriz de Reversibilidad para la fase de Operación.

Riesgo										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Operación y Mantenimiento	1	1	1	5	5	5	5	1	5	5
Tráfico de Recolectores	1	1	5	5	1	1	1	1	5	5
Descarga de desechos	1	1	1	1	0	0	0	3	5	1
Generación de Gases	5	5	0	5	0	0	0	0	0	1
Generación de Lixiviados	5	5	0	0	5	5	5	5	0	1
Cobertura sobre desechos	1	1	0	0	0	0	0	1	5	0

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XL.** Matriz de Reversibilidad para la fase de demolición.

Riesgo										
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos	
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje
Clausura y abandono del relleno	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Relleno	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Compactación	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Reforestación de área	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

#### 4.12.10.14 Matriz de Valoración de Impacto Ambiental (V.I.A.)

Es una matriz calculada, dada por las matrices magnitud, reversibilidad y riesgo, y cada una multiplicada por un factor, el que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla XLI.** Matriz Magnitud

Matriz V.I. A	
Factores	Matrices
0.3	Reversibilidad
0.3	Riesgo
0.4	Magnitud

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

La matriz V.I.A. estará dada por:

$$VIA = |R_v|^{F_{Rv}} * |R_g|^{F_{Rg}} * |R_m|^{F_M}$$

Ec.7

**Tabla XLII. Matriz de (V.I.A.) para construcción.**

V.I.A. (VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL)											
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos		
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje	
Topografía	1,04	1,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62	1,47	1,14	6,31
Desbroce	3,00	3,00	2,00	1,63	2,64	3,23	3,23	2,92	2,38	4,74	28,77
Excavación	3,85	3,85	3,40	3,40	4,74	4,74	4,74	5,74	2,76	5,28	42,50
Desalojo	2,22	2,22	3,10	2,92	1,63	1,63	1,63	2,92	2,76	5,28	26,31
Colocación de Geomembrana HDPE	3,00	3,00	1,32	1,32	2,64	2,14	2,14	3,70	1,63	4,74	25,64
Construcción de vías de acceso	4,29	4,08	2,76	2,76	1,62	1,85	1,62	2,76	1,90	6,79	30,44
Mantenimiento de maquinaria y equipos	2,38	2,38	1,55	2,38	3,32	3,60	0,00	3,85	1,78	6,50	27,72
	19,78	19,57	14,13	14,41	16,58	17,19	13,36	23,52	14,68	34,46	

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XLIII. Matriz de (V.I.A.) para la fase de Operación.**

V.I.A. (VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL)											
	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos		
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje	
Operación y Mantenimiento	3,06	3,16	2,85	5,12	4,96	4,62	4,96	2,96	5,27	4,79	38,68
Tráfico de Recolectores	2,10	1,91	5,12	5,27	0,00	0,00	0,00	2,85	5,55	4,96	25,66
Descarga de desechos	2,26	0,00	1,89	2,11	0,00	0,00	0,00	0,00	5,82	3,43	13,25
Generación de Gases	5,12	5,12	0,00	5,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,74	13,27
Generación de Lixiviados	4,79	4,79	0,00	0,00	4,62	4,79	5,12	4,62	0,00	0,00	23,94
Cobertura sobre desechos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,12	0,00	5,12
	17,33	15,0	9,86	17,92	9,58	9,41	10,08	10,43	21,76	15,92	

Fuente: Farfán, J., Márquez, L., 2017.

**Tabla XLIV.** Matriz de (V.I.A.) para la fase de demolición.

V.I.A. (VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL)											
Actividades	Biología		Aire		Agua			Suelo	Aspectos		
	Fauna	Flora	Ruido	Contaminantes	Agua Subterránea	Agua Superficial	Calidad del Agua		Generación de Empleo	Paisaje	
Clausura y abandono del relleno	2,63	2,63	3,85	5,00	4,48	4,84	5,31	3,32	3,32	3,32	38,69
Relleno	2,38	2,38	1,62	2,98	2,76	2,76	2,98	2,38	2,05	1,62	23,91
Compactación	1,62	1,62	1,62	2,05	2,05	2,64	2,64	2,05	2,76	2,38	21,44
Reforestación de área	4,48	4,48	2,63	4,84	3,60	4,48	4,84	3,60	3,32	3,32	39,59
	11,10	11,10	9,72	14,87	12,90	14,72	15,77	11,35	11,46	10,64	

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

### 4.13 Presupuesto de la Obra

**Tabla XLV.** Presupuesto de la Obra

MANEJO DE LOS DESECHOS SOLIDOS QUE SE PRODUCEN EN LA CIUDAD DE PASAJE - PROVINCIA DE EL ORO		
RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO DEL SITIO DE DISPOSICIÓN FINAL		
ALTERNATIVA 3		
Código	Descripción	Costo Total
1	Movimiento de Tierras	361456,50
2	Laguna de Lixiviados	7332,08
3	Drenes Interno (Lixiviados)	34137,97
4	Chimenea para Gases	3753,93
5	Casa para Guardian	4930,41
6	Unidad Sanitaria Integral	1632,17
7	Suministros de Dispositivos	1770,23
8	Cerramiento	19300,9
9	Programa de Control de Vectores	1540,23
10	Obras Complementarias	1023,45
	<b>COSTO TOTAL</b>	<b>436877,87</b>

# **CAPITULO 5**

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 5.1 Conclusiones

- Se propone el diseño de un nuevo relleno emplazado a corta distancia del sitio de disposición actual.
- Mediante las soluciones propuestas, se garantiza la estabilidad global del relleno sanitario, se permite el tratamiento de los gases y también de los líquidos lixiviados.
- El nuevo relleno sanitario tendrá una vida útil de 20 años.
- Las soluciones que se han previsto concluir permiten un buen manejo ambiental.
- Los impactos ambientales de mayor consideración en el Relleno Sanitario son aquellos de consecuencia a mediano y largo plazo y están relacionados con los gases y el lixiviado que se genera en este.

## 5.2 Recomendaciones

- Es conveniente que se analicen las posibilidades de utilizar ciertas instalaciones disponibles en el actual relleno sanitario tal es el caso del sistema de pesaje y de reservorios de líquidos lixiviados, lo cual debe ser analizado en función de las propuestas que se realizan en el presente trabajo.

- Se recomienda realizar reciclaje, para poder disminuir la cantidad de desechos sólidos que ingresan al relleno sanitario, así mismo concientizar a la población sobre esta actividad para obtener beneficios y proteger el medio ambiente.
- Se recomienda alternativas tecnológicas de tratamientos de lixiviados como la recirculación o evaporación.

# BIBLIOGRAFIA

Ing. Diego Daza Sierra, Ing. Álvaro Cantanhede, Ing. Leandro Sandoval Alvarado, Ing. Marco Antonio Ramírez Chávez. (2017). Diseño, Construcción y Operación de Rellenos Sanitarios. 2017, de Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud Sitio web: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/bienvenida.html](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/bienvenida.html)

ING. ALEJANDRA MEDINA ARÉVALO. (2006). LA RECIRCULACIÓN DE LOS LIXIVIADOS Y SUS EFECTOS EN LA COMPACTACIÓN DE RELLENOS SANITARIOS. 2017, de UNAM Sitio web: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/997/MEDINAAREVALO.pdf?sequence=1>

INAMHI. (2000-2017). Anuario Meteorológico. 2017, de Ministerio de Energía y Minas Sitio web: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/biblioteca/>

LA COMISION DE LEGISLACION Y CODIFICACION. (2004). LEY DE GESTION AMBIENTAL, CODIFICACION. 2017, de Lexus Sitio web:

<http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-GESTION-AMBIENTAL.pdf>

George Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil. (1993). Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues. McGraw-Hill, International Editions.

George Tchobanoglous, Hilary Theisen, Samuel Vigil. (1994). Gestion Integral de Residuos Sólidos. McGraw-Hill, Madrid.

Eva Röben. (2002). Diseño, Construcción, Operación y Cierre de Rellenos Sanitarios Municipales. 2017, de Deutscher Entwicklungsdienst Sitio web: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/loja.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/loja.pdf)

Consejo Nacional del Ambiente. (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. 2017, de Ministerio de Salud Sitio web: [http://www.bvsde.paho.org/cursoa\\_rsm/e/fulltext/040525.pdf](http://www.bvsde.paho.org/cursoa_rsm/e/fulltext/040525.pdf)

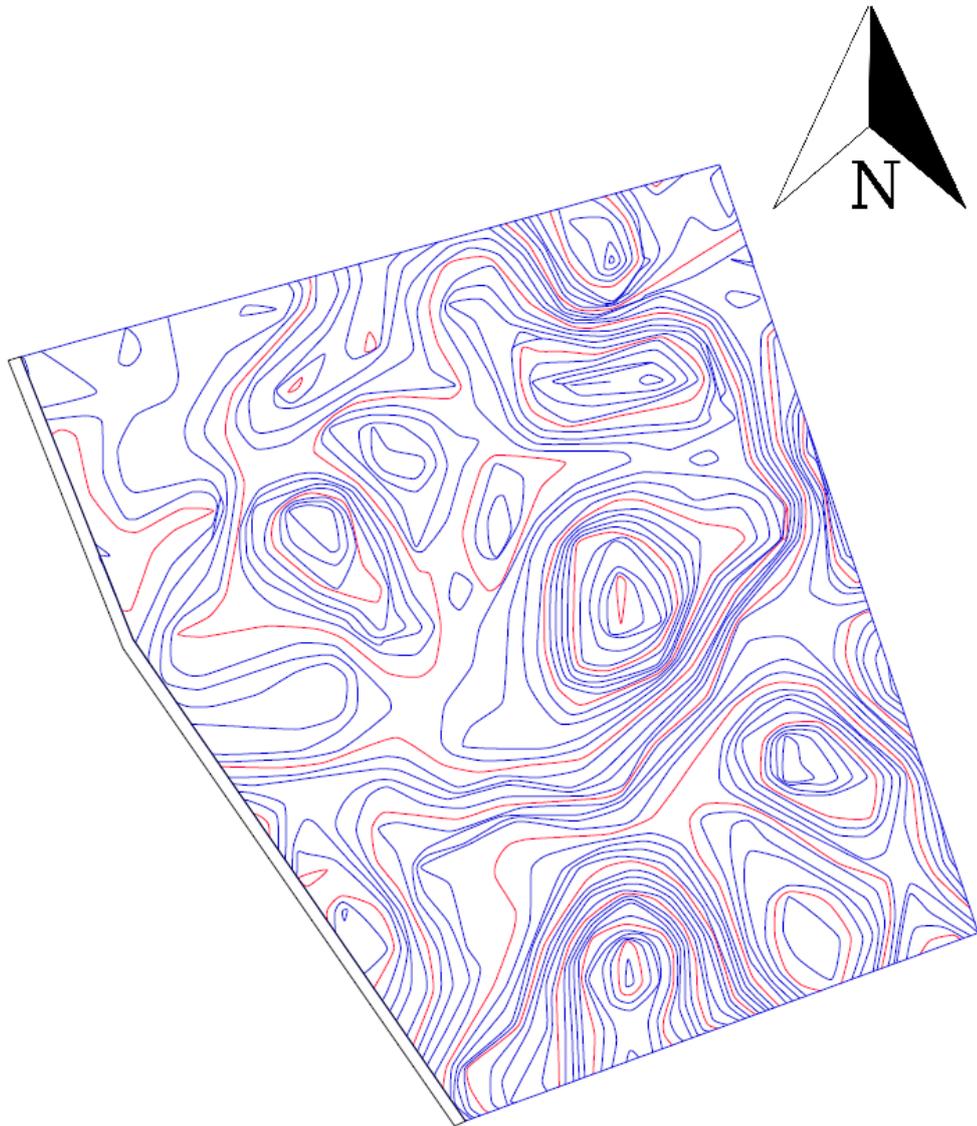
Ing. Alvaro Cantanhede. (1997). RELLENOS SANITARIOS MANUALES. 2017, de PAHO Sitio web: [http://www.bvsde.paho.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos\\_sanitarios.htm](http://www.bvsde.paho.org/eswww/tecapropiada/desinfec/rellenos_sanitarios.htm)

Herrera Noroña. (2012). PLAN DE MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS Y RESIDUOS TÓXICOS. 2017, de ESPE Sitio web: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/6047/1/T-ESPE-034547.pdf>

# **ANEXOS**

# **ANEXOS A**

PLANO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO

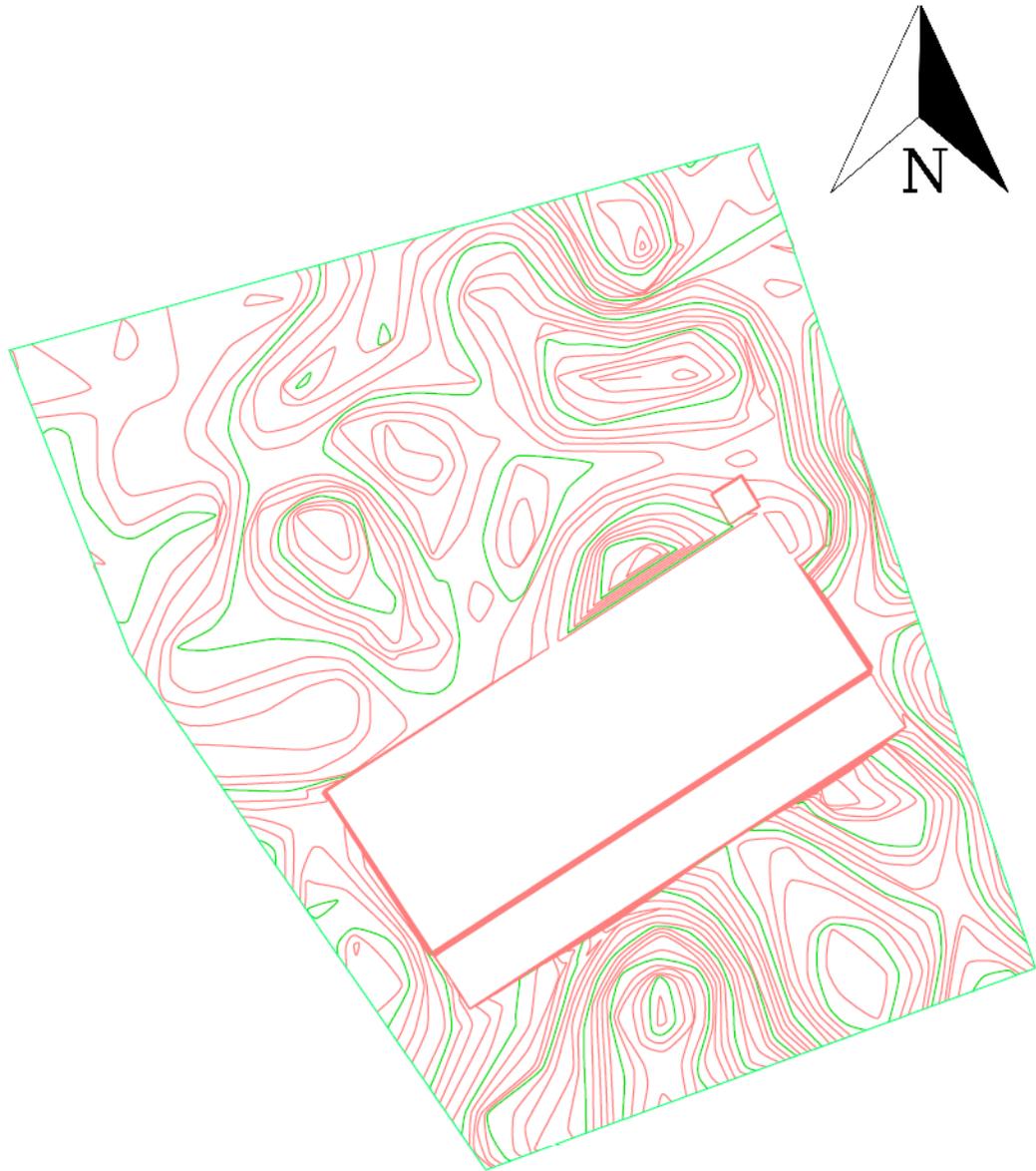


**Figura** Plano Topográfico del Terreno

**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

## **ANEXOS B**

PLANO TOPOGRÁFICO DEL TERRENO NIVELADO



**Figura** Plano Topográfico del Terreno Nivelado

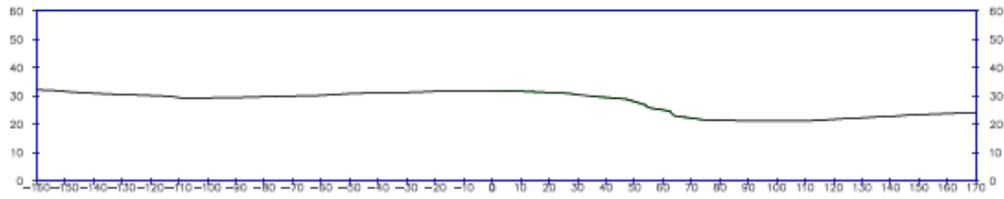
**Fuente:** Farfán, J., Márquez, L., 2017.

# **ANEXOS C**

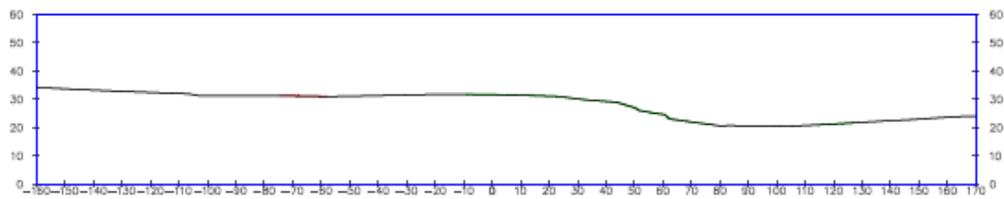
PERFILES TRANSVERSALES DEL TERRENO

Corte 0+000 al 0+490

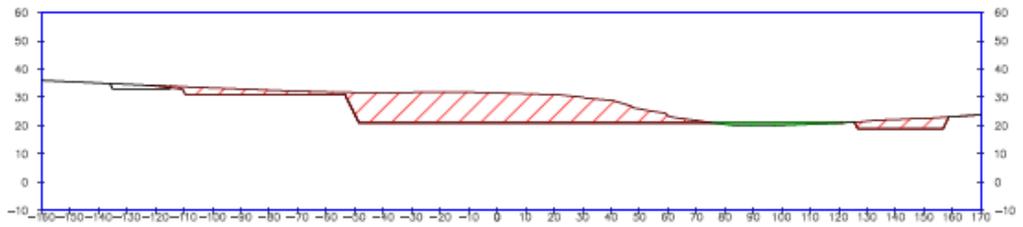
0+000.00



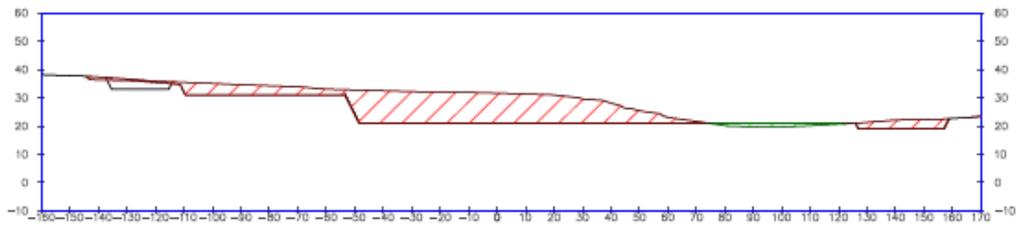
0+010.00



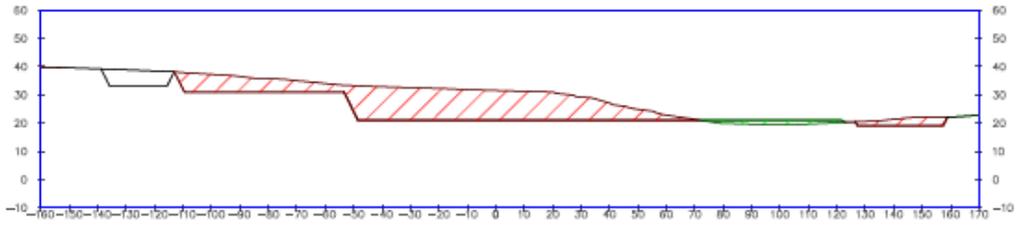
0+020.00



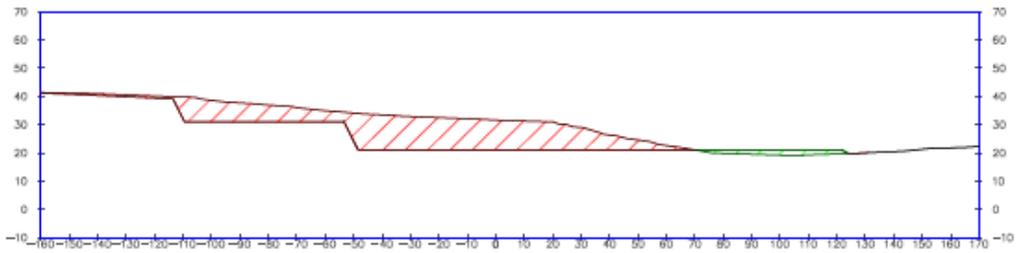
0+030.00



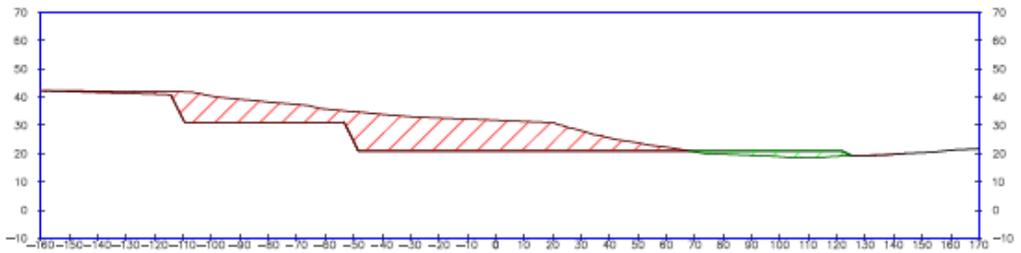
0+040.00



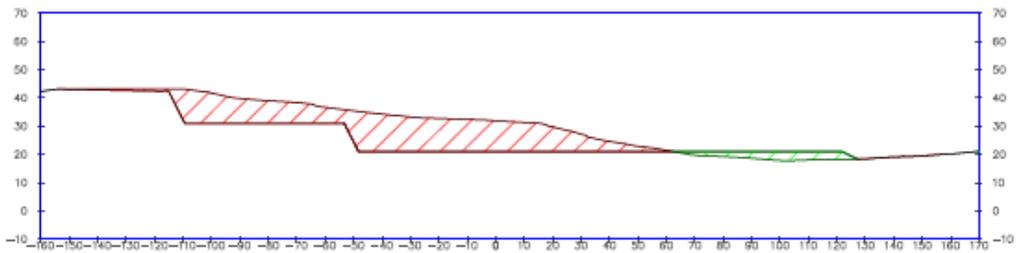
0+050.00



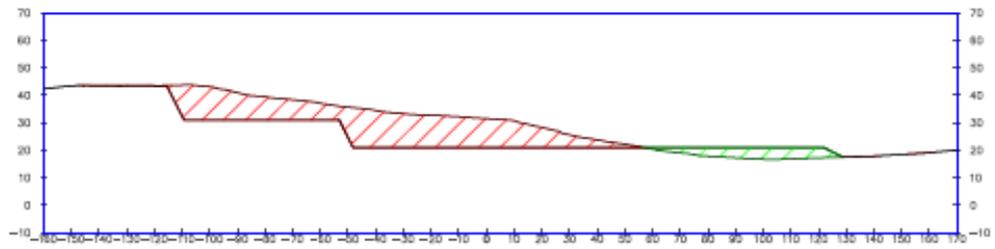
0+060.00



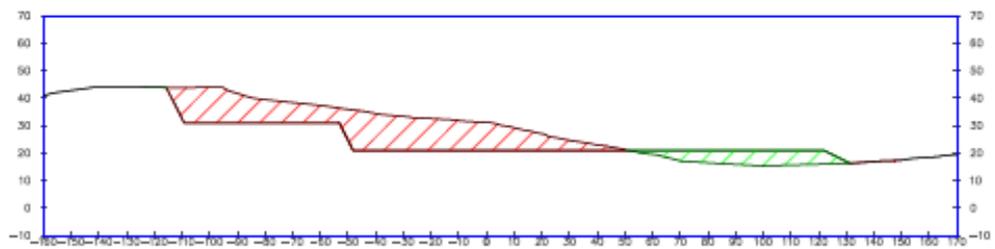
0+070.00



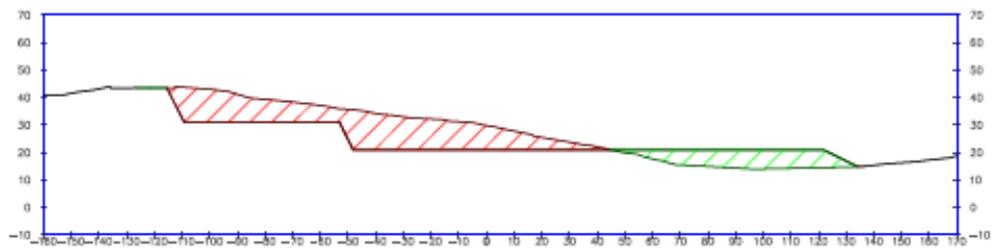
0+080.00



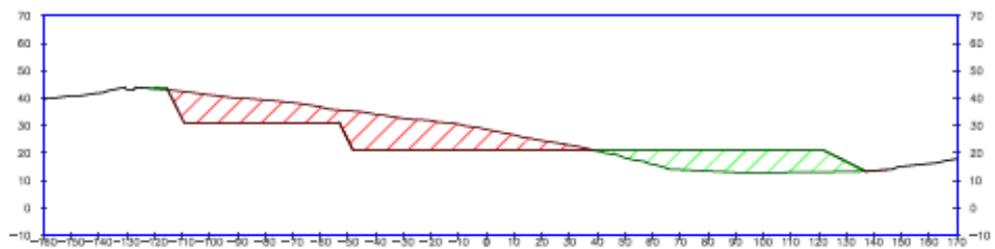
0+090.00



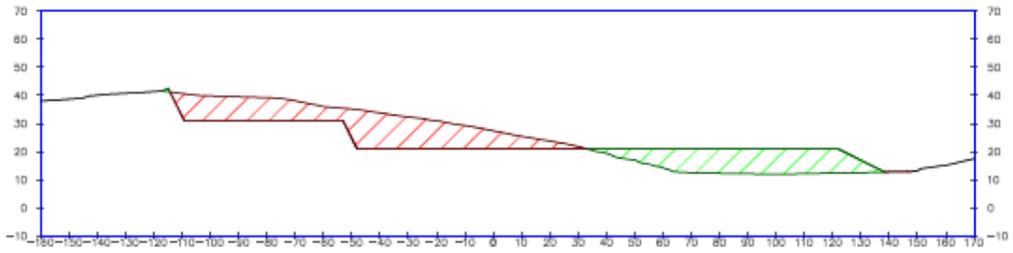
0+100.00



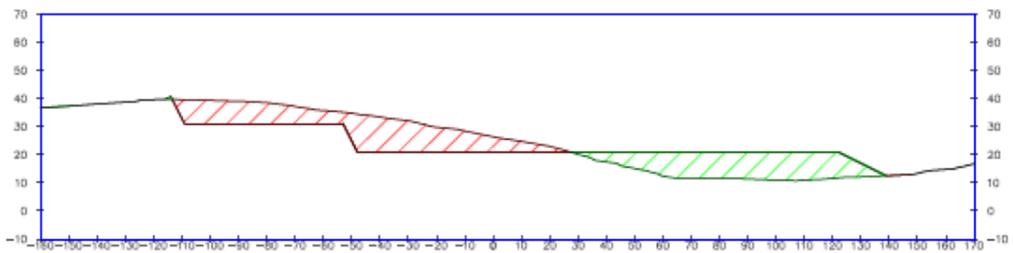
0+110.00



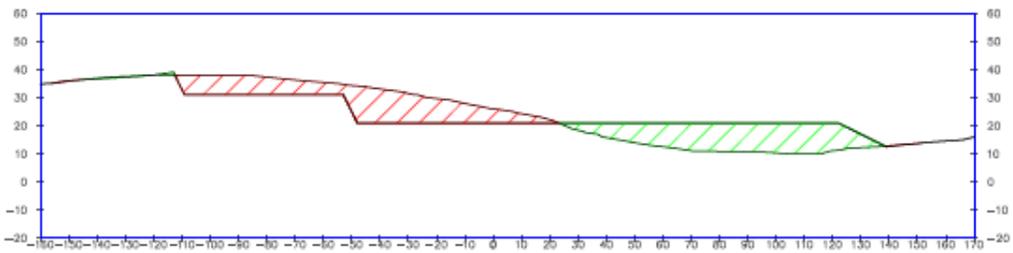
0+120.00



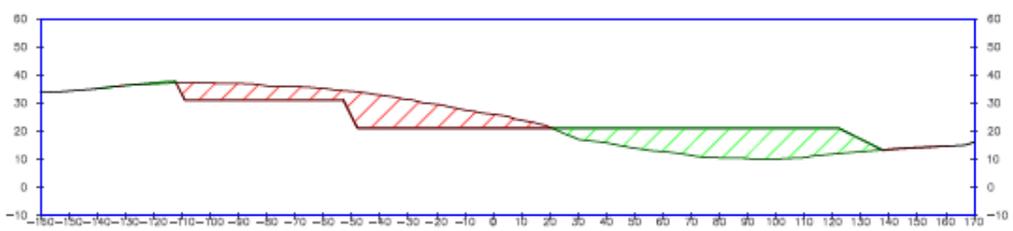
0+130.00



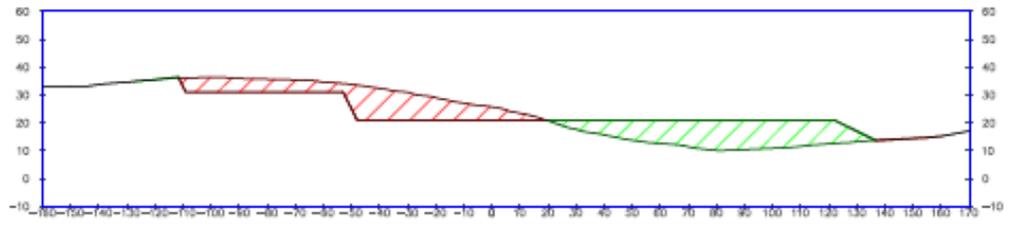
0+140.00



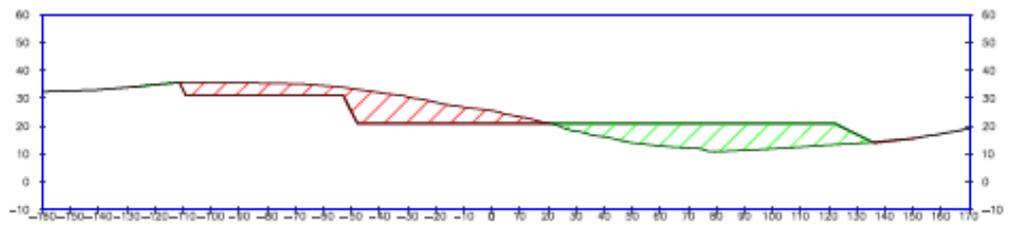
0+150.00



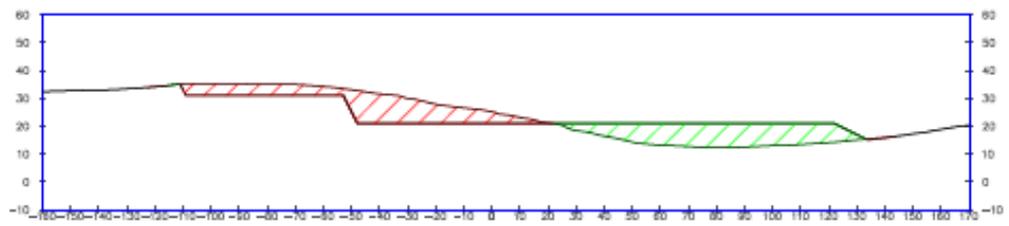
0+160.00



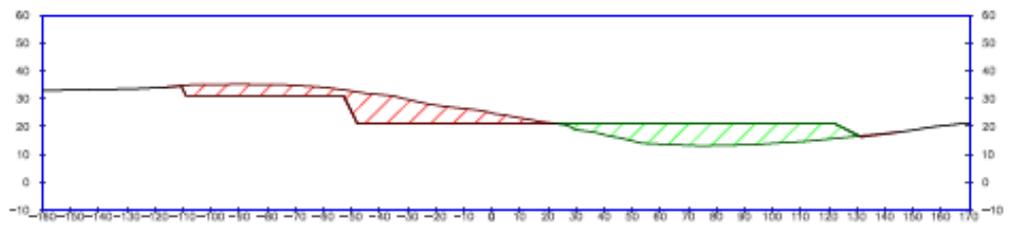
0+170.00



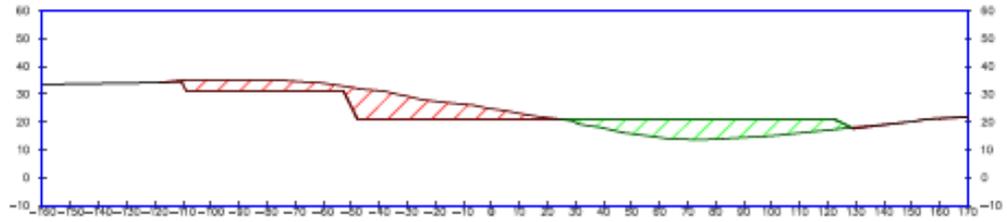
0+180.00



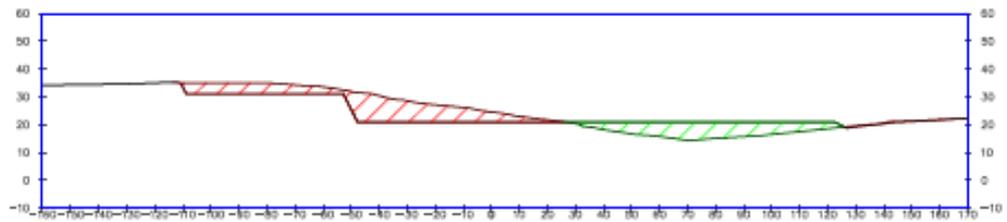
0+190.00



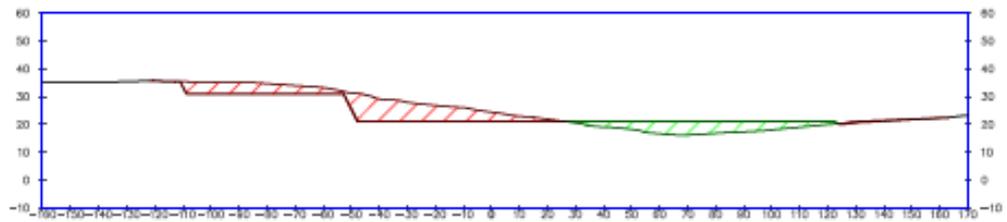
0+200.00



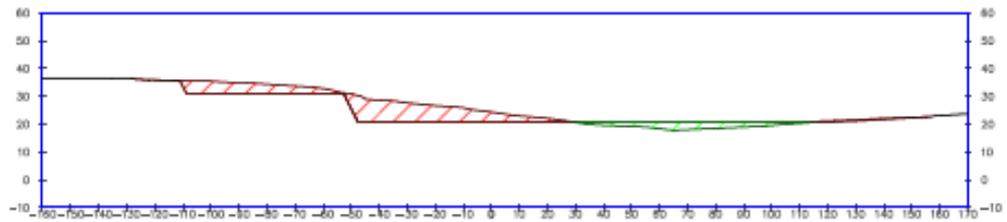
0+210.00



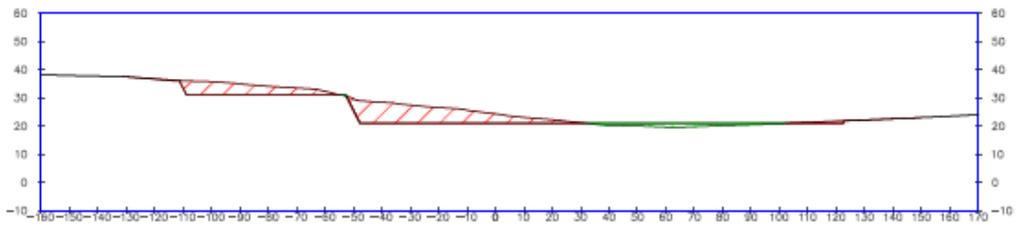
0+220.00



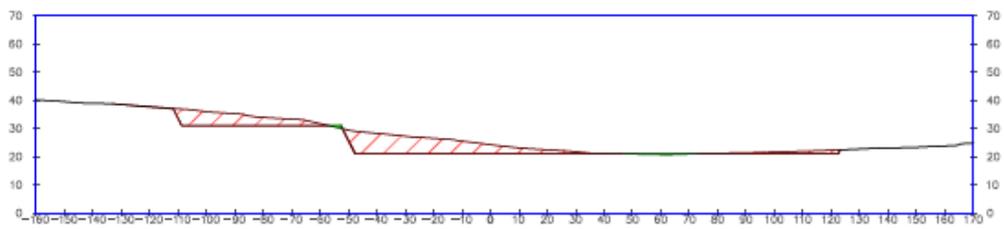
0+230.00



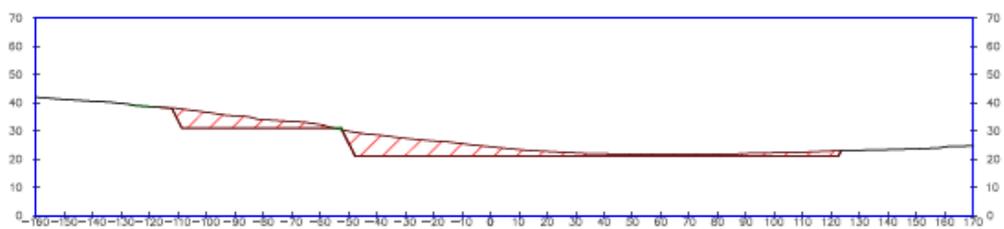
0+240.00



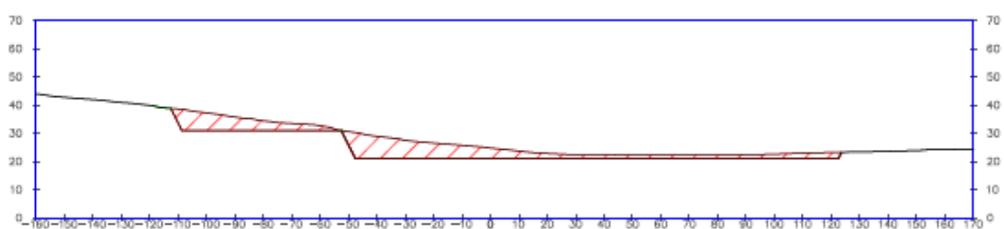
0+250.00



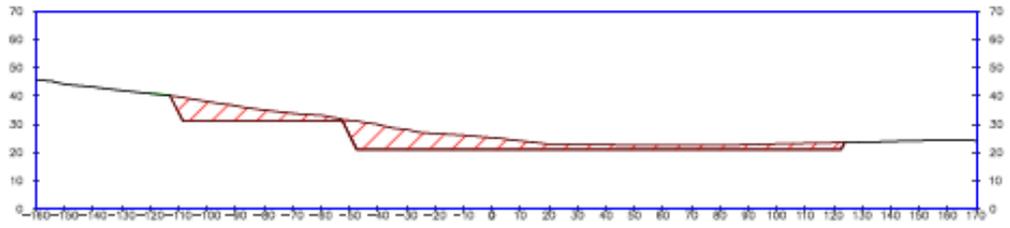
0+260.00



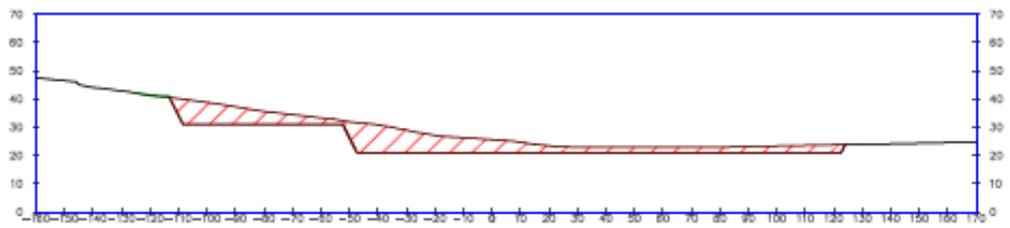
0+270.00



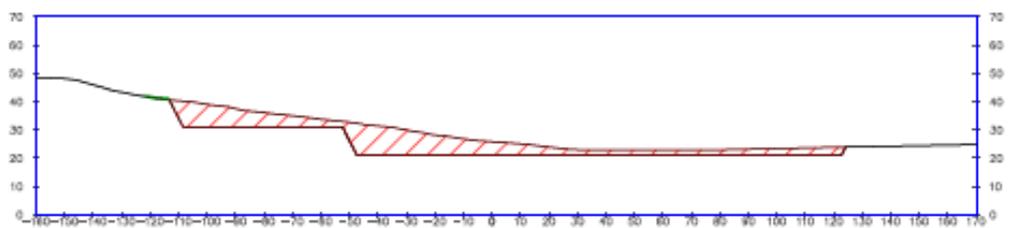
0+280.00



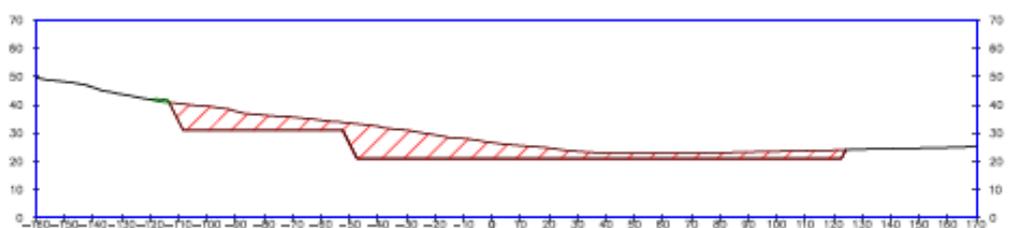
0+290.00



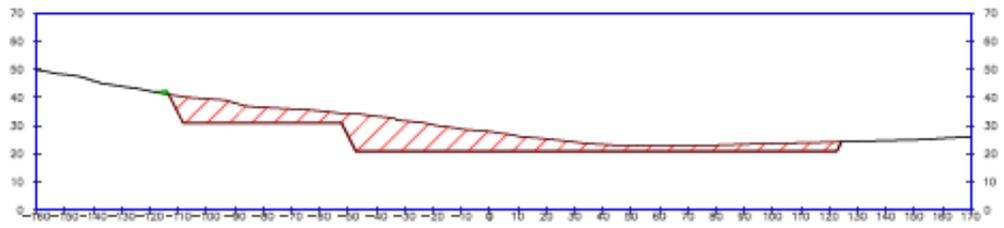
0+300.00



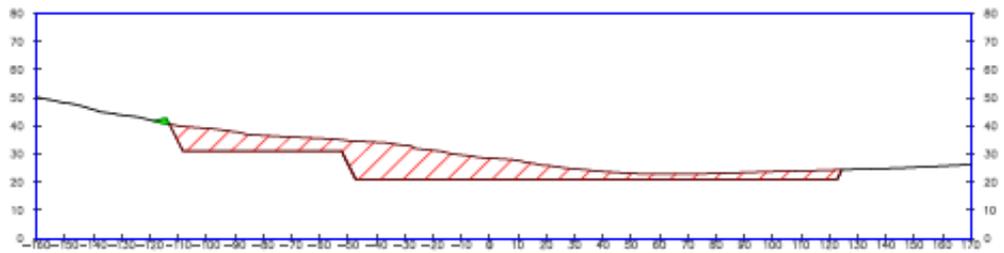
0+310.00



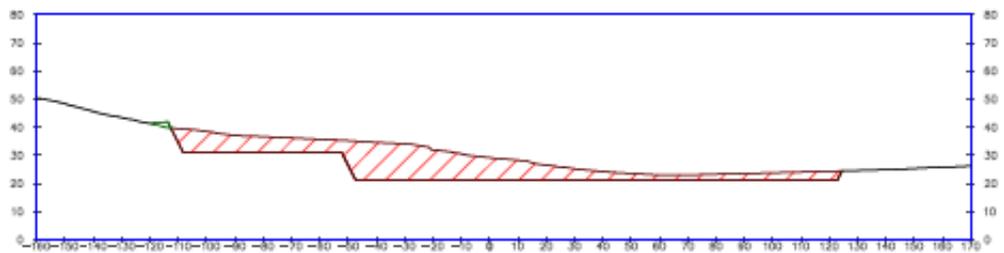
0+320.00



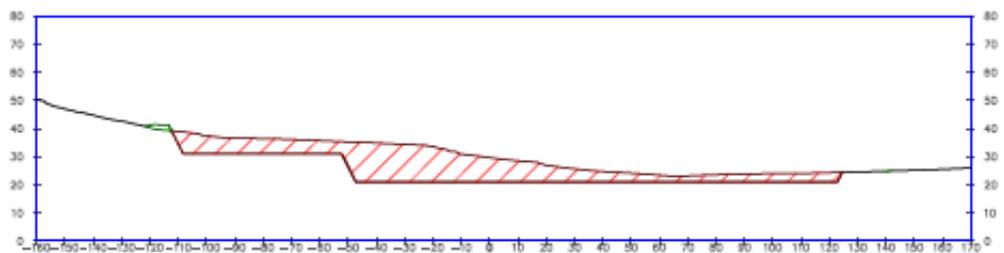
0+330.00



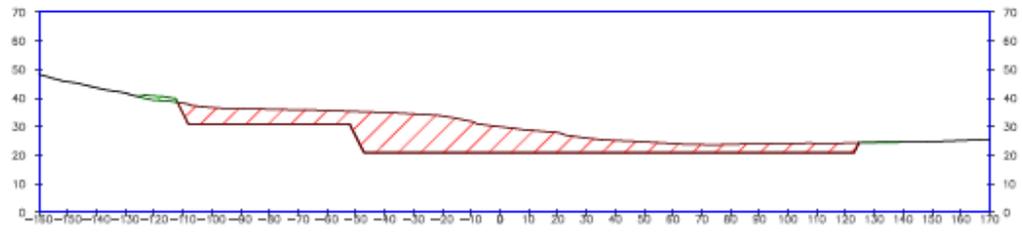
0+340.00



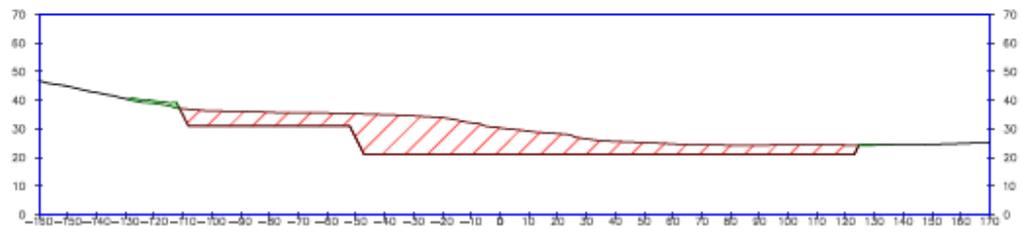
0+350.00



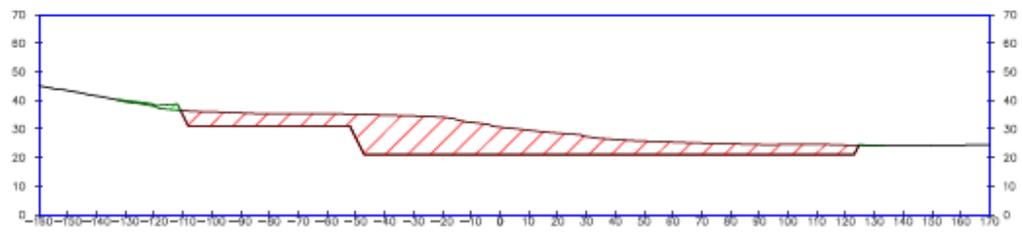
0+360.00



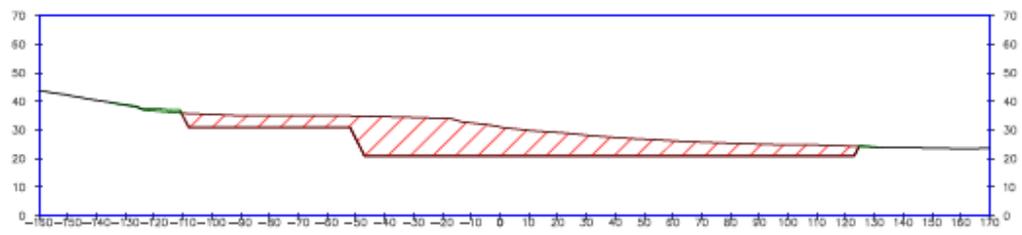
0+370.00



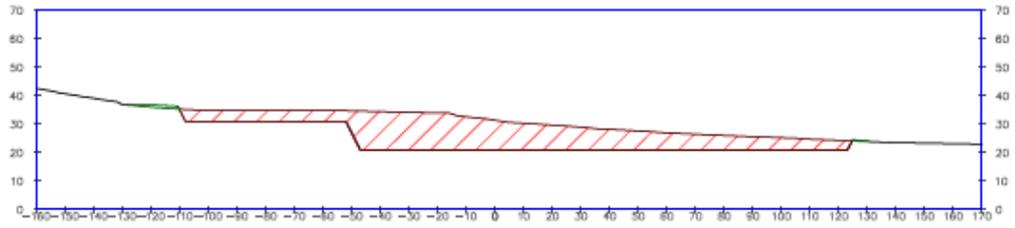
0+380.00



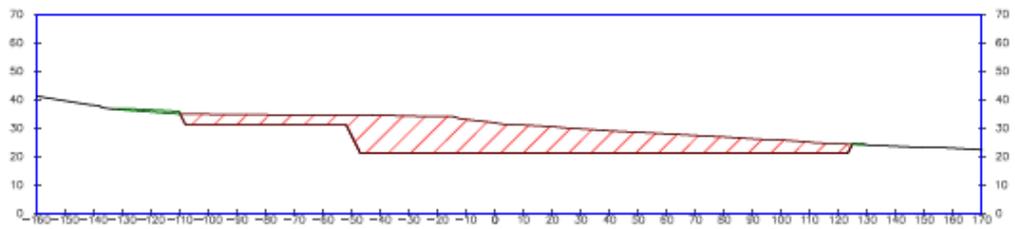
0+390.00



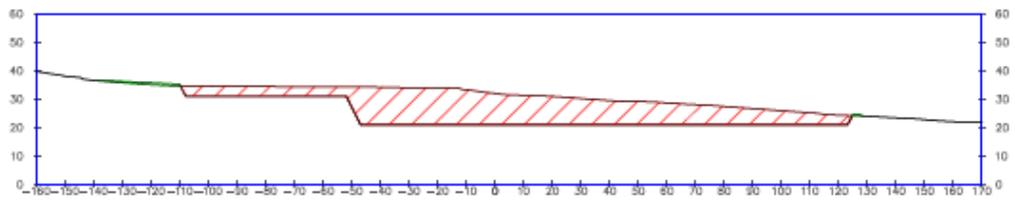
0+400.00



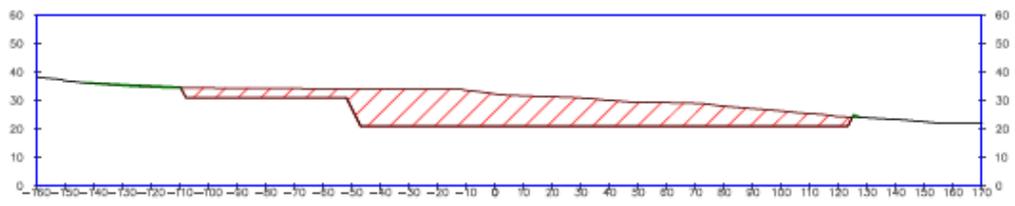
0+410.00



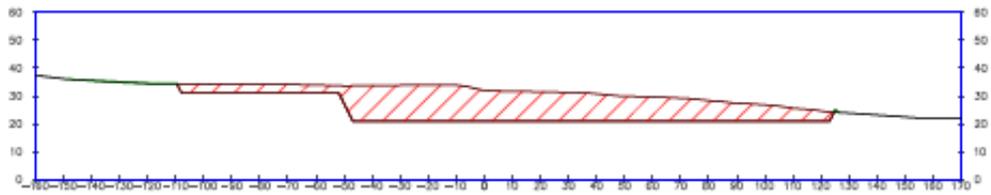
0+420.00



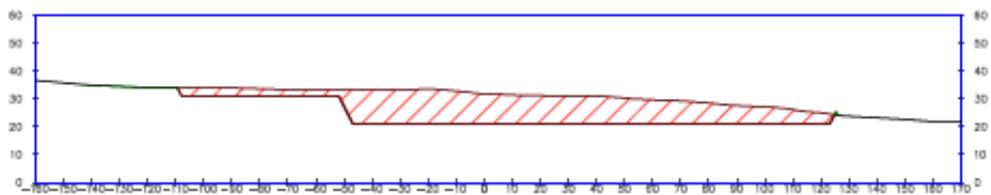
0+430.00



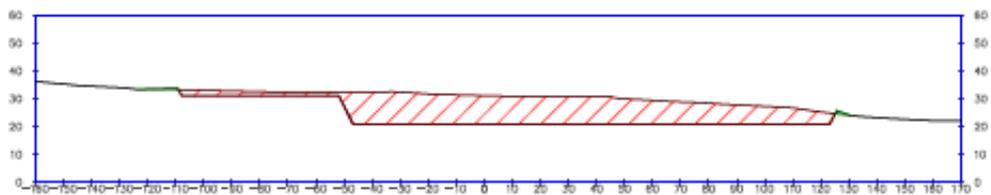
0+440.00



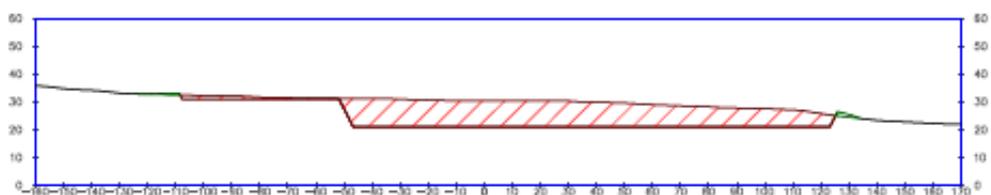
0+450.00



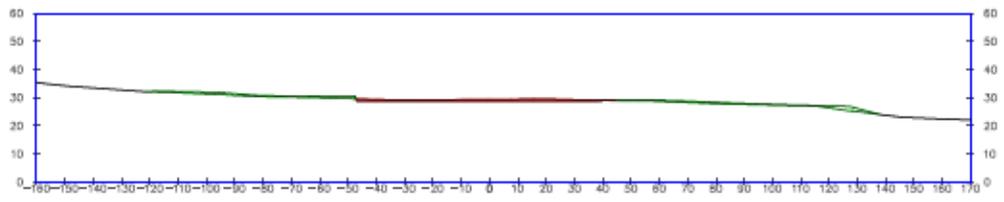
0+460.00



0+470.00



0+480.00



0+490.00

