

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**



**FACULTAD DE INGENIERIA EN CIENCIAS DE LA TIERRA**

**TEMA:**

**CIERRE TÉCNICO DEL RELLENO SANITARIO DEL  
CANTÓN SALINAS, DETERMINACIÓN DE  
SOLUCIONES A NIVEL DE PRE FACTIBILIDAD**

**MATERIA INTEGRADORA  
DE INGENIERIA CIVIL**

**AUTORES:**

**FABRICIO MEDINA ESCARABAY  
VÍCTOR TUMBACO TOMALÁ**

**GUAYAQUIL – ECUADOR  
2015**

# AGRADECIMIENTO

Definitivamente, Dios por estar siempre presente.

Nuestros padres, por darnos la estabilidad emocional, económica, sentimental; para poder llegar hasta este logro, que definitivamente no hubiésemos podido hacer realidad.

A todos nuestros amigos pasados y presentes que permitieron entrar en su vida durante estos años de convivir dentro y fuera del salón de clase; aquellos buenos y los malos, por ayudarnos a crecer, madurar como persona y a los presentes por estar siempre con nosotros apoyándonos en todas las circunstancias posibles, también son parte de esta alegría,

Agradecemos al Ing. Miguel Chávez Moncayo, PhD por haber confiado en nosotros, por la paciencia y por la dirección de este trabajo, por los consejos, el apoyo y el ánimo que nos brindó.

Gracias a todos.

# DEDICATORIA

Queremos dedicar esto a seres especiales que comprenden todo lo que somos y todo lo que tenemos, que gracias a ese ser maravilloso ha llenado nuestras vidas con amor con alegrías, que atreves de su ternura nos han llenado de fuerzas para cumplir este objetivo.

Lo dedicamos de todo corazón a ese ser especial y maravilloso llamado Jesús que nos ha dado la confianza de no temer frente a nada porque él está con nosotros y confiamos plenamente en su palabra que ninguna arma forjada contra mi prosperará.

# TRIBUNAL DE EVALUACION

---

Ing. Miguel Ángel Chávez Moncayo, PhD.  
**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**M. Sc. Alby Aguilar Pesantes.**  
**COORDINADORA DE INGENIERIA CIVIL**

# DECLARACIÓN EXPRESA

*La responsabilidad del contenido de este Trabajo Final de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral.*

---

Fabrizio Medina Escarabay

---

Víctor Tumbaco Tomalá

## RESUMEN

Inicialmente se planteó que el sitio de disposición final de los desechos sólidos que se recogen en el cantón Salinas, sea un relleno sanitario sin embargo debido a la forma como se ha desarrollado dicha solución de la ingeniería sanitaria, se llega a la conclusión que se trata de un vertedero de basura.

Mediante los estudios realizados se determina que el área de emplazamiento no ha sido debidamente habilitada para depositar celdas diarias de basura. Concretamente existen problemas relacionados a la permeabilidad del reservorio y a la falta de un sistema de manejo del drenaje que impida el ingreso y la salida de caudales de agua en los periodos lluviosos.

Existe una complicación adicional que constituye la presencia de la presa de embalse Velasco Ibarra, la cual se encuentra aguas abajo del vertedero de basura. Esta presa que actualmente está afectada en su estructura, está a poca distancia de las playas, es decir cuando ocurren lluvias los caudales que ingresan al botadero y salen como lixiviados, finalmente llegan a la playa.

Mediante el estudio realizado se determinan los caudales que pueden acumularse, y conociendo las características geológicas del terreno se proponen soluciones pendientes a controlar esas nocivas descargas, que se generan por la producción de lixiviados en el vertedero.

El cierre técnico que se propone consiste en continuar con el relleno sanitario mediante la aplicación de soluciones técnicas, las mismas que eviten la formación de lixiviados y que estos sean captados antes de que se descarguen los cauces naturales.



# INDICE GENERAL

RESUMEN .....	VII
ÍNDICE DE TABLAS .....	XI
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XII
ÍNDICE DE LÁMINAS .....	XIII
<b>CAPITULO 1</b>	
1. ANTECEDENTES .....	1
<b>CAPITULO 2</b>	
2. JUSTIFICACION .....	4
<b>CAPITULO 3</b>	
3. INFORMACION EXISTENTE .....	8
<b>CAPITULO 4</b>	
4. ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS, TOPOGRAFICAS, HIDROLOGICAS, SOCIOECONOMICAS Y AMBIENTALES .....	15
4.1. Características geológicas.....	15
4.2. Características topográficas.....	18
4.3. Características hidrológicas .....	21
4.4. Características socioeconómicas .....	23
4.5. Características del sistema de drenaje .....	26
4.6. Características ambientales.....	28
4.6.1. Flora y fauna de la zona.....	29
4.6.2. Evaluación de impactos ambientales.....	32
4.6.3. Análisis de los resultados de la matriz de impacto ambiental .....	35
<b>CAPITULO 5</b>	
5. PLANTEAMIENTO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES PARA EL MANEJO AMBIENTAL .....	36
5.1. Drenaje de agua superficial en el botadero e impermeabilización de vertedero. ....	38
5.2. Manejo de lixiviados mediante pantallas de intersección de flujo y desfogue de gases del botadero implementando tubos de latillas de caña guadua. ....	40
<b>CAPITULO 6</b>	
6. DISEÑOS A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD.....	48
6.1. Diseños para impermeabilización e implementación del drenaje de agua superficial en el vertedero. ....	49
6.1.1. Establecer cota final del relleno .....	49
6.1.2. Impermeabilización de relleno .....	50
6.1.3. Cobertura del vertedero .....	51
6.1.4. Diseño de canales para aguas superficiales .....	52

6.2. Diseños para manejo de lixiviados mediante pantallas de intersección de flujo y diseño tubos de caña guadua para chimeneas, diseño de chimeneas.....	61
6.2.1. Diseño de pantallas de intersección. ....	61
6.2.2. Diseño de almacenamiento de lixiviados. ....	65
6.2.3. Diseño de planta de tratamiento de lixiviados .....	68
6.2.4. Diseño de desfogues de gases.....	71

## CAPITULO 7

7. COSTOS ESTIMADOS .....	72
---------------------------	----

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla I. Forma de eliminación de desechos sólidos por familias.....	11
Tabla II. Flora y fauna de lomas de Ayamblo.....	30
Tabla III. Importancia relativa de componentes ambientales.....	33
Tabla IV. Causa e impacto del relleno sanitario.....	34
Tabla V. Composición De Lixiviados Y Rangos.....	41
Tabla VI. Descomposición de biogás.....	43
Tabla VII. Coeficiente de escorrentía (C).....	53
Tabla VIII. Velocidades máximas permitidas en canales.....	54
Tabla IX. Valores de n para fórmula de Manning.....	57
Tabla X. Producción de lixiviados por tipo de relleno y precipitación.....	62

# ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pág.

Fotografía 1. Actual zona baja en la que se observa la zanja que está contaminada.	5
Fotografía 2. Salida de drenaje del relleno sanitario, donde se observa el canal con un grave nivel de contaminación, a la quebrada de Ayamblo, la que desemboca en el mar. ....	6
Fotografía 3. Botadero en el que se aprecia la descarga de uno de los recolectores.	12
Fotografía 4 Maquinaria de la prefectura explotando material pétreo que se utiliza para cubrir los residuos sólidos. ....	13
Fotografía 5 Desechos sólidos cubiertos por la capa de material pétreo. ....	13
Fotografía 6. Afloramiento en una cantera del grupo azúcar.....	18
Fotografía 7. Aspecto que presenta el botadero de basura.....	20
Fotografía 8. Zona de cultivos cercana a la presa y al botadero.....	25
Fotografía 9. Momento en los que son retirados del botaderos los residuos reciclados. ....	26
Fotografía 10. Surcos o zanjas donde drenan las aguas superficiales .....	27
Fotografía 11. Estero la Diablica con presencia de aves migratorias .....	31
Fotografía 12. Estero y Playa La Diablica .....	32
Fotografía 13. Canal para recolección de aguas superficiales del relleno sanitario en fase de cierre. ....	39
Fotografía 14 Salida de gases del relleno sanitario en fase de cierre.....	44
Fotografía 15. Flora local de Lomas de Ayamblo.....	52
Fotografía 16. Ducto de latilla de caña guadua.....	74

## ÍNDICE DE LÁMINAS

	<b>Pág.</b>
Lámina 1. Ubicación de la disposición final de los residuos sólidos. ....	3
Lámina 2.. Distribución de parroquias del cantón Salinas.....	9
Lámina 3. Perfil estratigráfico de la zona que muestra los depósitos de suelo más nuevos, hasta el grupo azúcar que es el de mayor antigüedad. ....	17
Lámina 4. Levantamiento topográfico del área del relleno sanitario de salinas.....	19
Lámina 5. Carta topográfica de la zona del relleno sanitario del cantón Salinas.....	23
Lámina 6. Corte de pantalla de intersección de flujo.....	42
Lámina 7. Corte de planta de tratamiento de lixiviados .....	47
Lámina 8. Perfil longitudinal del proyecto y terreno natural.....	50
Lámina 9. Sección transversal de un canal.....	55
Lámina 10. Espesor de revestimientos de superficie dura en canales.....	60
Lámina 11. Sección de Canal Diseñado.....	61
Lámina 12. Contenedor para Líquidos Lixiviados .....	66
Lámina 13- Ducto de latilla de caña guadua.....	72
Lámina 14. Perfil longitudinal con la instalación de ductos latilla de caña guadua.....	73

## **ABREVIATURAS**

CAD	:	Dibujo Asistido por Computadora (siglas en ingles)
CNEL	:	Corporación Nacional de Electricidad
CPV	:	Censo de Población y Vivienda
DBO	:	Demanda Bioquímica de Oxígeno
DQO	:	Demanda Química de Oxígeno
GAD	:	Gobierno Autónomo Descentralizado
GPS	:	Sistema de Posicionamiento Global
INAMHI	:	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología
INEC	:	Instituto Nacional de Estadística y Censos
IGM	:	Instituto Geográfico Militar
PM10	:	Material Particulado
UTM	:	Proyección Transversal de Mercator (siglas en ingles)
WGS 84	:	Sistema Geodésico Mundial 1984

## SIMBOLOGÍA

cm.	:	Centímetros
CO <sub>2</sub>	:	Dióxido de Carbono
Ha	:	Hectáreas
kg	:	Kilogramos
l.	:	Litros
m.	:	Metros
m <sup>2</sup>	:	Metros cuadrados
m <sup>3</sup>	:	Metros cúbicos
s.	:	Segundos

# **CAPITULO 1**

## **1. ANTECEDENTES**

En el país los desechos sólidos se siguen acumulando mayoritariamente en botaderos o vertederos a cielo abierto, en los que no se aplica ninguna norma técnica que evite la contaminación ambiental.

Actualmente se estima que hay 139 botaderos a escala nacional. Sin embargo, la situación ha mejorado, pues en 2010 funcionaban 190 de estos sitios, según las estadísticas que se manejan en el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio de Ambiente.



Las más de 4 mil 638 toneladas diarias de basura que terminan en botaderos, producen mal olor, gases tóxicos, atraen a las aves de rapiña y generan lixiviados.

Según las proyecciones del censo elaborado en el 2010 la población del cantón Salinas perteneciente a la Provincia de Santa Elena rodea los 82,112 habitantes, Este cantón posee un gran atractivo turístico, lo cual incrementa notoriamente su población durante la temporada y feriados. Esto obviamente repercute directamente en la generación de los desechos sólidos.

En el periodo 2013-2014 el cantón estuvo en emergencia sanitaria, por problemas en la recolección de desechos sólidos debido a la falta de equipo y personal que se dedique a estas labores. Por lo que la nueva administración municipal recibe ayuda por parte del Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Santa Elena.

La disposición final de desechos sólidos del cantón Salinas se la realiza mediante vertido semi-controlado según datos del Ministerio del Ambiente de la Provincia de Santa Elena. El relleno sanitario se encuentra ubicado en el sector de la Diablica específicamente en las Lomas de Ayamblo de la parroquia Anconcito, tal como se observa en la Lámina 1.



Lámina 1. Ubicación de la disposición final de los residuos sólidos.

Fuente: "Autores"

# **CAPITULO 2**

## **2. JUSTIFICACION**

Una vez realizado el levantamiento de información se determinó que el actual Relleno Sanitario del cantón Salinas que en realidad es un botadero o vertedero de desechos sólidos, porque no cuenta con los procesos técnicos necesarios para la disposición final de estos desechos, contaminando La Represa Velasco Ibarra, mediante la conexión que existe entre el sistema de drenaje del relleno con la Represa antes mencionada, tal como se describen en la Fotografía 1.



Fotografía 1. Actual zona baja en la que se observa la zanja que está contaminada.

Fuente: "Autores"

Así mismo, este relleno sanitario cuenta con una zona que actualmente está en fase de cierre, y que tiene incidencia en la cuenca de drenaje del estero la Diablica. La Quebrada Ayamblo que confluye en el mencionado estero, nace en el sitio donde se dispone la basura, ver Fotografía 2. Consecuentemente por la errónea ubicación del mal denominado Relleno Sanitario se está generando contaminación de dos sub-cuencas que desembocan en la playa de Punta Carnero.



Fotografía 2. Salida de drenaje del relleno sanitario, donde se observa el canal con un grave nivel de contaminación, a la quebrada de Ayamblo, la que desemboca en el mar.

Fuente: "Autores"

Para detener la actual contaminación y el impacto ambiental negativo que está provocando en uno de los más conocidos y concurridos sitios turísticos "Playa de Punta Carnero". Estas condiciones atentan al Art. 14 de la Constitución del Ecuador TITULO II "DERECHOS" en su CAPITULO SEGUNDO "DERECHOS DEL BUEN VIVIR" en la SECCION SEGUNDA "AMBIENTE SANO" por lo que se realiza el Estudio de Pre-factibilidad, mediante el cual se propone soluciones que contribuyen a la realización de un cierre técnico ambientalmente más apropiado, del sitio donde se ha depositado y se sigue depositando diariamente los desechos sólidos que se generan en el cantón Salinas.

Como se mencionó antes en el área de interés se encuentra un relleno sanitario en fase de cierre a una distancia de 739 m del actual vertedero.

El relleno sanitario posee un reservorio para coleccionar lixiviados altamente contaminantes que se generan por la presencia de desechos orgánicos, dichos lixiviados son tratados eventualmente mediante recirculación por bombeo.

Se constató que la parte superficial del relleno sanitario es permeable debido a que la capa de suelos de cobertura son limos arenosos y fragmentos de rocas sedimentarias tipo areniscas. Cuando existen lluvias en la zona del relleno sanitario se genera un 100% más de lixiviado, por lo que estos líquidos contaminantes se dirigen al sistema de drenaje natural.

# **CAPITULO 3**

## **3. INFORMACION EXISTENTE**

El cantón Salinas es una ciudad turística con una población de 82,112 habitantes, cuenta con dos parroquias rurales: José Luis Tamayo (Muey) y Anconcito; una parroquia urbana Santa Rosa, y la cabecera cantonal Salinas, como figura en la Lámina 2. Pero durante la temporada comprendida en los meses de vacaciones escolares de las regiones Costa y Sierra, incrementa notablemente su población gracias a sus cálidas playas y demás atractivos turísticos.

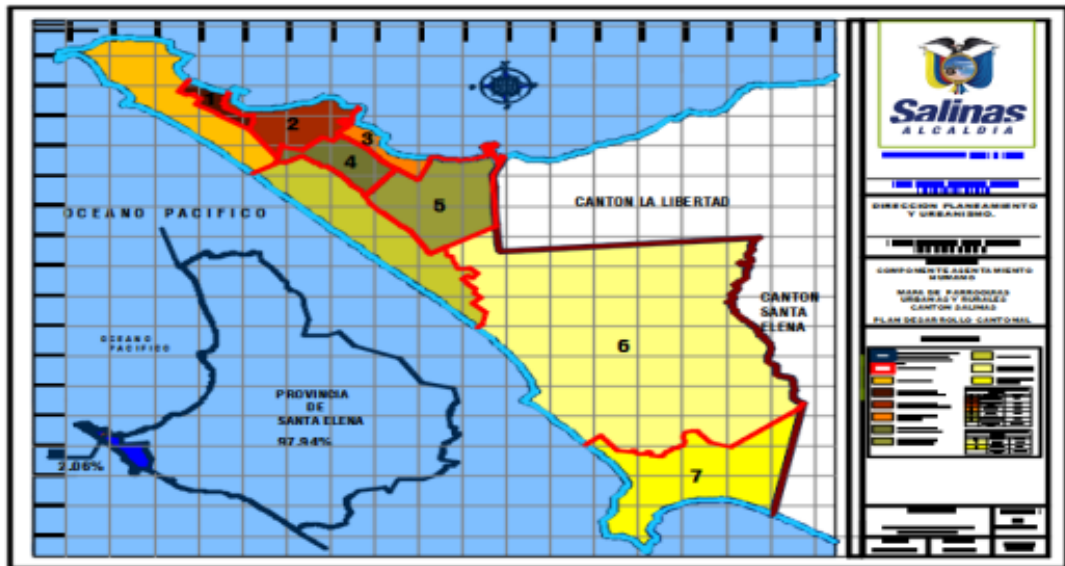


Lámina 2.. Distribución de parroquias del cantón Salinas.

Fuente: "Plan Estratégico del cantón Salinas 2014- 2019"

El manejo de desechos sólidos está a cargo del Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Salinas, en conjunto con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Santa Elena; la recolección diaria en la zona urbana brinda servicio al 90% de la población y aproximadamente al 80% de las viviendas de las zonas urbanas y la tasa per cápita de producción de desechos sólidos es de 0.06 kg/ha/día.

Las rutas son matutinas y vespertinas, con la finalidad de cumplir con la recolección, en el Anexo A se encuentran los respectivos horarios de recolección.

En temporada playera se aumenta la generación de residuos sólidos, siendo en su mayoría botellas plásticas y vidrios, envolturas de helados, papeles y



desechos orgánicos. En el cantón Salinas como en el resto del país aún no tenemos una completa cultura de clasificación para la recolección de residuos sólidos; en consecuencia no se aprovecha estos residuos al no ser reutilizados o reciclados.

De forma eventual en ciertos sectores se forman hacinamientos, debido a que la comunidad y turistas que visitan el cantón arrojan los desperdicios en las avenidas, en solares baldíos, en el malecón y playas; Los cuales son recogidos mediante el barrido de calles que se realiza de forma constante en el sector del malecón y Chipipe, la segunda avenida, mercados y zonas céntricas de Santa Rosa, José Luis Tamayo (Muey) y Anconcito.

Las parroquias Anconcito y Santa Rosa cuentan con los puertos artesanales de pesca, y en ellos no existen manejos adecuados para los desechos generados de la pesca artesanal como vísceras y sangre de pescados y demás desechos propios de los pescadores, también aún hay pobladores que queman sus desechos a cielo abierto según datos del INEC - CPV 2010, ver Tabla I.

FORMA DE ELIMINACION DE DESECHOS SÓLIDOS						
Cantón Salinas	CARRO RECOLECTOR	TERRENOS BALDIOS	QUEMAN	ENTIERRAN	CURSO HIDRICO	OTRA
	15464	134	475	15	11	73

Tabla I. Forma de eliminación de desechos sólidos por familias.

Fuente: "INEC – CPV 2010"

Los equipos que se utilizan para la recolección de los desechos son de propiedad municipal y equipos proporcionados por el GAD provincial de Santa Elena, según los datos informativos el GAD Municipal cuenta con los siguientes vehículos 5 recolectores, 4 volquetas y una bañera para la recolección de Desechos, a continuación la nómina de los vehículos:

- Recolector Municipal R-01
- Recolector Municipal R-03
- Recolector Municipal R-05
- Recolector R-04
- Recolector R-02
- Volqueta H-03
- Volqueta #17
- Volqueta #18
- Volqueta H-04
- Bañera Municipal

En el denominado relleno Sanitario, no existe un control del flujo de lixiviados, ni tampoco de los gases que generan los residuos orgánicos y el sitio de disposición se ubica en Las lomas de Ayamblo en la vía Punta Carnero – Anconcito del cantón Salinas, está funcionando aproximadamente desde el año 2009 pero aún tiene algunas deficiencias como por ejemplo en maquinarias, que son prestadas por el GAD Provincial a disposición del Relleno Sanitario del cantón pero no de forma perenne, estas maquinarias se muestran en las Fotografías 3, 4 y 5. Tiene una extensión aproximada de 25 Ha. de terrenos municipales y un aproximado de 20 años de vida útil.



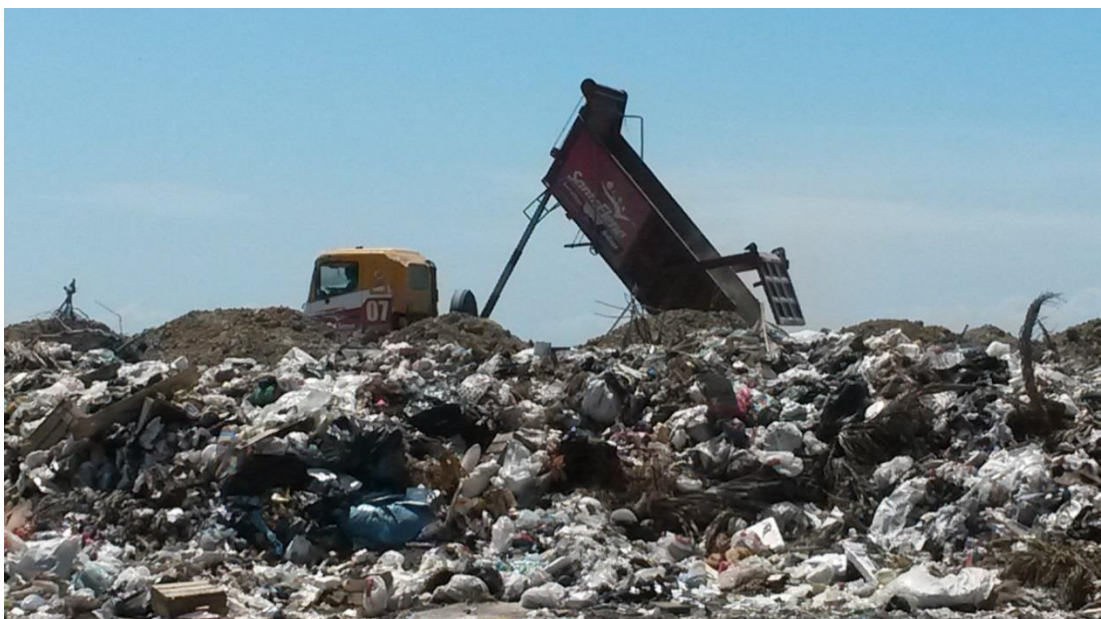
Fotografía 3. Botadero en el que se aprecia la descarga de uno de los recolectores.

Fuente: "Autores"



Fotografía 4 Maquinaria de la prefectura explotando material pétreo que se utiliza para cubrir los residuos sólidos.

Fuente: "Autores"



Fotografía 5 Desechos sólidos cubiertos por la capa de material pétreo.

Fuente: "Autores"

El financiamiento destinado para la recolección de desechos sólidos es obtenido mediante el cobro de una tasa en el consumo de energía eléctrica a cargo de CNEL regional Santa Elena.

# **CAPITULO 4**

## **4. ESTUDIO DE LAS CARACTERISTICAS GEOLÓGICAS, TOPOGRAFICAS, HIDROLOGICAS, SOCIOECONOMICAS Y AMBIENTALES**

### **4.1. Características geológicas**

En la Lámina 3 se presenta un plano geológico general del área de interés en donde se muestran tres formaciones geológicas y también la descripción estratigráfica de dichas formaciones geológicas, donde se observa que una de las más nuevas es la formación tablazo que reina la mayor área; en tanto que el grupo azúcar es la más antigua.

En el sector de interés se tienen cuatro formaciones geológicas que son las siguientes:

Formación tablazo cuyo espesor es de 50 a 100 m, consiste en terrazas marinas bioclásticas que contienen areniscas y micro-conglomerados de origen calcáreo, superficialmente pueden incluir suelos limo-arcillosos en capas no mayores de 20 cm. Por sus características esta formación geológica presenta propiedades de permeabilidad, es decir puede permitir la infiltración de aguas y de otros líquidos como los lixiviados.

Formación San Eduardo.- tiene un espesor o potencia de 30 a 100 m y está conformada por rocas calcáreas en algunos casos calizas, pudiendo encontrarse también lutitas. Muy poco de esta formación geológica se encuentra en el área de interés.

Grupo Azúcar.- esta formación geológica puede llegar a tener 3000 m de potencia y está constituida por lutitas, areniscas y conglomerados. De acuerdo a las observaciones realizadas en el terreno gran parte del área del relleno sanitario de salinas está construido sobre esta formación. Tanto en las quebradas como en ciertas excavaciones se constató la existencia de micro conglomerado y también de areniscas porosas y permeables ya que al derramar agua sobre ellas se constató una inmediata filtración.

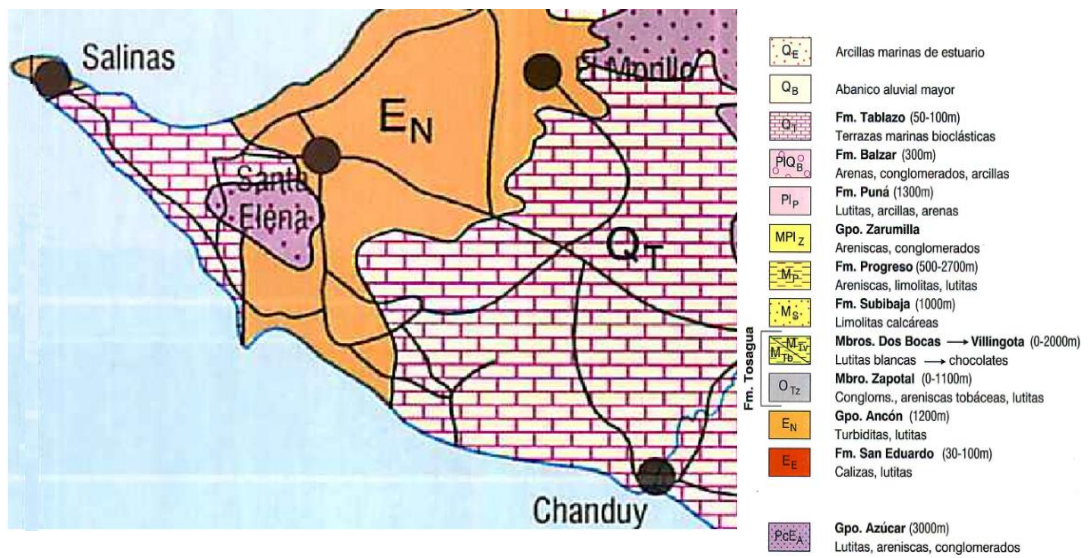


Lámina 3. Perfil estratigráfico de la zona que muestra los depósitos de suelo más nuevos, hasta el grupo azúcar que es el de mayor antigüedad.

Fuente "Ing. Miguel Chávez"

En la Fotografía 6, se observa las características de los materiales de mayor resistencia que se encuentran en el sector y que pertenecen a la formación azúcar.





Fotografía 6. Afloramiento en una cantera del grupo azúcar.

Fuente: "Autores"

#### **4.2. Características topográficas**

Para referenciar los mapas obtenidas se utilizó el sistema de coordenadas del "Sistema Geodésico Mundial 1984" WGS 84 / UTM zone 17S [projected] [EPSG: 32717] por sus siglas en ingles.

Se trabajó con las herramientas de los programas ArcGIS, QuantumGIS, para referenciar la zona de estudio; de la información obtenida en el Instituto Geográfico Militar (IGM) obtuvimos la carta topográfica que podemos encontrar en el anexo B MV-A3c ANCONCITO 3487 III SW en donde está ubicado el sitio destinado para la disposición final de los residuos sólidos del

cantón salinas, en el cual se encuentra en el cuadrante comprendido de Sur a Norte 46-47 y de Oeste a Este 12 -13 tal como se presenta en la Lámina 4.

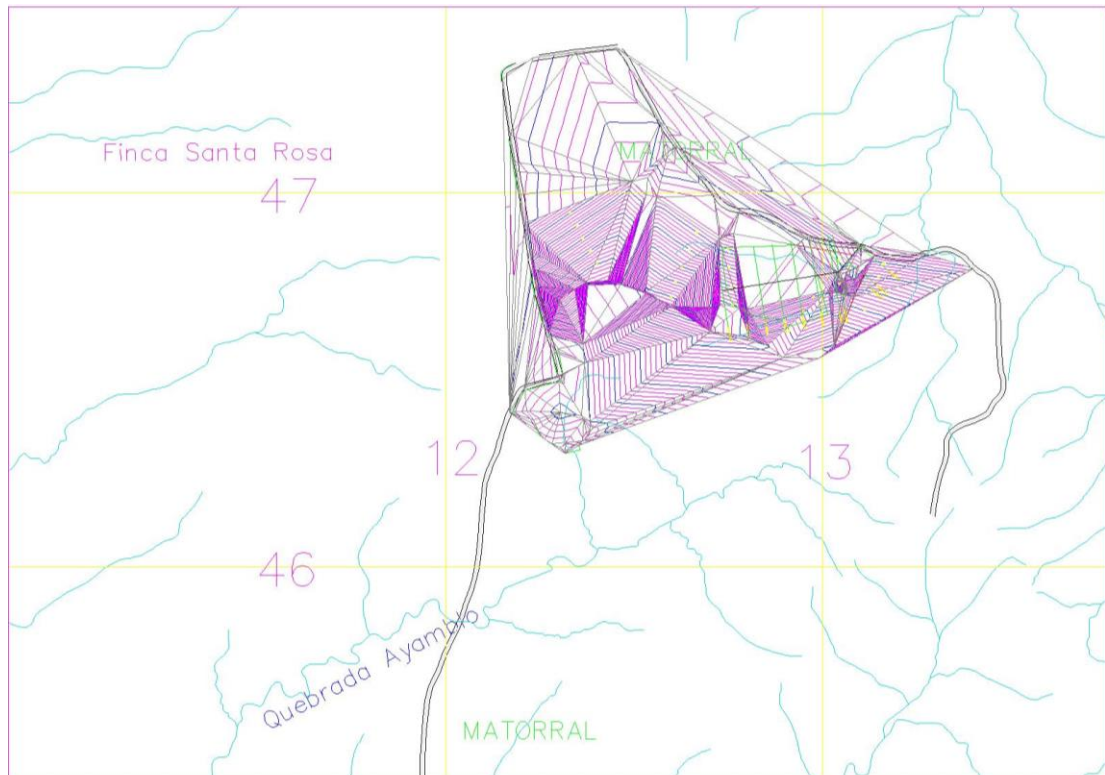


Lámina 4. Levantamiento topográfico del área del relleno sanitario de salinas.

Fuente: "Autores"

El terreno levantado presenta una loma cuya cota es 55 m, a partir de esta elevación nacen dos quebradas que se dirigen al Nor-Este, las cuales se juntan con otras dos vertientes (actualmente secas) que vienen de la parte sur. La unión de todas estas quebradas desemboca en el mar.

En la Fotografía 7 se observa las características del relleno sanitario que es prácticamente un botadero. Es notorio el efecto que causaría las aguas lluvias, cuando se produzca.



Fotografía 7. Aspecto que presenta el botadero de basura.

Fuente: "Autores"

Aprovechando programas como Google Maps se tiene una amplia vista a la zona que rodea al botadero y la implantación de la represa Velasco Ibarra y el estero La Diablica que desemboca en la playa.

Para efectos de la realización del presente trabajo se efectuó el levantamiento topográfico usando un GPS de precisión, con lo que se logró determinar la ubicación geográfica mediante coordenadas y así como también los desniveles ya que este último tiene gran importancia para los análisis que se realizan, en los anexos encontramos las coordenadas de los puntos tomados, los mismos que utilizamos en conjunto con los puntos de la carta topográfica MV-A3c ANCONCITO 3487 III SW para realizar nuevas curvas de nivel y determinar el perfil longitudinal y secciones transversales del relleno sanitario.

#### **4.3. Características hidrológicas**

Desde el relleno sanitario y sus contornos, se tiene una pequeña cuenca que desemboca en el mar. De acuerdo con la carta topográfica MV-A3c ANCONCITO 3487 III SW Y MV-A3d SAN JOSE DE ANCON 3487 III SE obtenida en el Instituto Geográfico Militar (IGM), en la lámina 5 podemos observar cursos de aguas intermitentes que nacen en el denominado “Relleno Sanitario” dirigidos en el nor-este hacia la represa Velasco Ibarra mientras que en el sur donde se encuentra el relleno sanitario en fase de cierre que está enlazada con la Quebrada Ayamblo que tiene conexión con el estero la Diablica que finalmente desemboca en la Playa de Punta Carnero.

El área de interés es seca la mayor parte del año sin embargo suelen haber precipitaciones en los primeros meses del año. De acuerdo a los registros realizados por el INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA "INAMHI" en la parte de Santa Elena se tienen precipitaciones de 348.8 mm/año promediales en los últimos 9 años sin incluir el fenómeno del Niño.

En el citado Niño de 1998 - 1999 las precipitaciones anuales llegaron a ser de 2472.3 mm/año. El principal efecto de las precipitaciones abundantes es causar erosiones inclusive pequeños deslizamientos. En las superficies erosionadas es mucho más factible la infiltración del agua, en el caso del área del relleno sanitario la infiltración y la escorrentía superficial son los efectos más incidentes ya que generan el transporte del líquido contaminante.

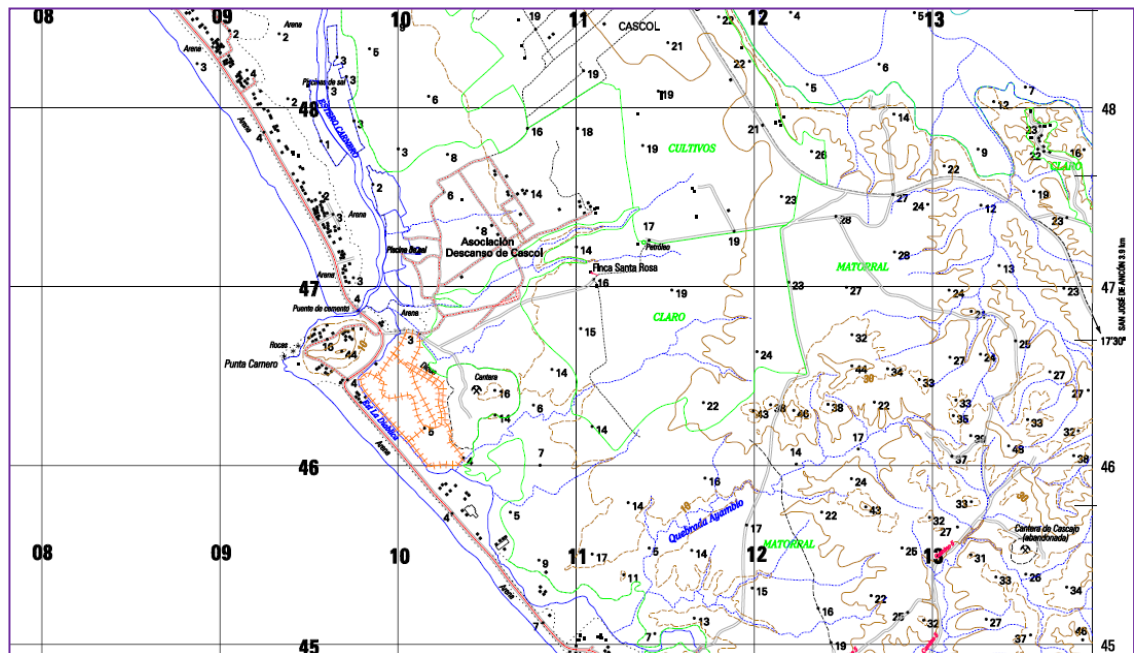


Lámina 5. Carta topográfica de la zona del relleno sanitario del cantón Salinas.

Fuente: "IGM"

#### 4.4. Características socioeconómicas

Debido a la descendencia prehistórica el cantón Salinas tiene influencia de las culturas Valdivia, Huanca vilcas y también por la presencia de los españoles que dejaron sus costumbres y técnicas a lo largo de los años por lo que la mayoría de su gente se dedican a la agricultura y pesca artesanal, que básicamente es de lo que viven sus habitantes tal como se muestra en la Fotografía 8.

Esta comunidad con alrededor de 82,112 habitantes, cuenta con un problema con el que ha aprendido a vivir y este es la escasez del agua, por ende la agricultura que era el mayor recurso de los pobladores, en época de sequía provoca que los agricultores busquen otras formas de empleo, entre ellos la actividad comercial y turística que es ahora una gran opción por la diversidad, clima y demás condiciones con las que cuenta la península de Santa Elena.

Por otra parte los artesanos de la pesca encuentran su mayor fuente de empleo en el mar, comercializando sus productos; el sector industrial cuenta en la zona con fábricas productoras de sal y varios laboratorios de larvas de camarón en el sector de la Diablica y Mar Bravo que generan fuentes de trabajo; así mismo la extracción y refinación de petróleo en los campos petroleros de Ancón y la Refinería La Libertad.





Fotografía 8. Zona de cultivos cercana a la presa y al botadero.

Fuente: "Autores"

Entre estas actividades también se encuentran minadores, recicladores o segregadores, que en el actual botadero se encuentran asociados ya sea porque son vecinos o miembros de familias que se dedican a estas labores, los recicladores o segregadores en su mayoría son oriundos de la parroquia Anconcito y sus actividades consisten en el proceso de selección de materiales reciclables en su mayoría plástico como envases de gaseosas, jugos, agua, papeles, cartones también vidrio, y metales los cuales son empacados en sacos de yute y luego vendidos a las diferentes recicladoras de la zona, en la Fotografía 9 observamos el momento en el que los desechos segregados son retirados para su posterior venta.



En nuestras visitas de campo observamos que realizan estas actividades de una forma inadecuada que no brinda las condiciones de salubridad necesarias, no se usa mascarillas, guantes ni demás equipos de protección. Lo que genera un constante riesgo a la salud y la vida de los minadores. Inclusive por la mezcla equivocada que existe con los desechos hospitalarios que no tienen una adecuada disposición final.



Fotografía 9. Momento en los que son retirados del botaderos los residuos reciclados.

Fuente: "Autores"

#### **4.5. Características del sistema de drenaje**

Existen dos cuencas a las que afectaría directamente el flujo de los lixiviados del "relleno sanitario" la primera ubicada en el sector norte del actual vertedero, nace uno de los ríos intermitentes que llega al embalse de la

represa Velasco Ibarra y la segunda cuenca al sur, en la salida del relleno sanitario que está en fase de cierre.

La cuenca más extensa se encuentra en el norte y esta abarca una extensión de 11.82 km<sup>2</sup> mientras que la zona sur tiene una extensión de 6.50 km<sup>2</sup>. En nuestras visitas a la zona de estudio en la dirección nor-este existen surcos provocados por la erosión hidráulica como se muestra en la Fotografía 10.



Fotografía 10. Surcos o zanjas donde drenan las aguas superficiales

Fuente: "Autores"

Estos surcos o zanjas en la actualidad se encuentran totalmente secas debido a que esta zona es árida pero que en época de lluvias estos ríos aumentan su caudal considerablemente lo que finalmente conllevaría a que

los lixiviados si contaminen directamente a la represa y finalmente descarguen a la playa de Punta Carnero.

Por esto la solución que proponemos es la construcción de canales de aguas lluvias, las cuales servirán para recolectar las aguas superficiales del vertedero y a la vez evitar el ingreso de agua lluvias provenientes de las partes más altas al relleno, para evitar que se incremente el volumen de lixiviados.

#### **4.6. Características ambientales**

Es evidente que el primer impacto ambiental se causó al construirse el denominado relleno sanitario, la ubicación de este es seguramente la principal causa para la generación de impactos ambientales.

Tal como se señaló anteriormente el relleno sanitario ha sido construido en un sitio de convergencia de lomas, es decir de drenajes. Al construir la obra no se han realizado soluciones técnicas para controlar el flujo de aguas lluvias, ni tampoco las infiltraciones. La contaminación se está generando en un sitio elevado en relación al nivel del mar el cual está a 11.89 km de distancia.

Durante el trayecto del flujo de agua con contaminantes se tiene la presa Velasco Ibarra, una obra que tenía como objetivo envasar las aguas lluvias que se generan en su cuenca hidrográfica (parte de la cual es el relleno sanitario). Al construirse el relleno sanitario se debió haber tomado las prevenciones de no afectar dicho embalse.

Debido al fenómeno del niño de 1998-1999 prácticamente fue destruido el aliviadero de la presa y actualmente existe una directa comunicación entre el vaso de presa y el mar mediante el estero La Diablica y el Rio Grande, es decir mediante estos últimos llegan los líquidos lixiviados y basura directamente a la playa.

#### **4.6.1. Flora y fauna de la zona**

La represa Velasco Ibarra era una reserva ecológica con una amplia fauna e incluso al ingreso a esta se aprecia una flora típica de la zona con árboles que en época seca pierden en su totalidad sus hojas pero las recuperan en la época lluviosa, en la Tabla II. se muestran los diferentes animales y árboles que se encuentran en la zona.

FLORA Y FAUNA DE LA ZONA CERCANA A LA REPRESA VELASCO IBARRA	
Flora	ARBUSTOS: “Muyuyo ( <i>Cordia lutea</i> ), Barbasco ( <i>Jacquinia pubescens</i> ), Lantana sprucei.” ARBOLES: “Palo Santo ( <i>Bursera graveolens</i> ), Algarrobo ( <i>Ceratonia siliqua</i> ) Guasango ( <i>Loxopterygium huasango</i> ), Cascol ( <i>Libidia corymbosa</i> ) Tamarindo ( <i>Tamarindus indica</i> )”
Fauna	Garzas blancas , Garrapateros, Patillos , Brujos, Atrapamoscas, Cucuve, Búho de tierra, Garcilla bueyera, Gallinazo negro, Gallinazo aura, Halcón reidor, Halcón peregrino, Martin pescador, Carpinterito, Palomas , Águila pescador, Gavilán pollero, Chagüi, Chocotorrín, Patos de maría, y colibríes Lagartijas, Serpientes y Roedores

Tabla II. Flora y fauna de lomas de Ayamblo

Fuente: “Inventario de Humedales del Ecuador segunda parte: Humedales Interiores de la Provincia de Guayas”

La zona del vertedero actualmente presenta poca vegetación natural siendo de mayor presencia los matorrales secos, cercana a esta se encuentran zonas de cultivo, que ya no utilizan las aguas provenientes de la represa debido a que ahora ésta se encuentra totalmente seca por lo que usan las aguas del “ESTERO PUNTA CARNERO” y del “RIO GRANDE”, para sus actividades. Actividades agrícolas que son de ciclo corto debido a la poca disponibilidad de agua, también se cultiva frutas tales como el melón, sandía, zapallos y maíz; además de la producción de sal.

Sabiendo de la fauna, la flora existente y sobre todo de los productos que se cultivan en tierras aledañas, estas se verán afectadas al presentarse lluvias fuertes como es el caso del fenómeno del niño, por la contaminación debido a la presencia de lixiviados que genere el actual botadero. En la fotografía 11 se observa la presencia de aves migratorias en el Estero la Diablica y en la fotografías 12 se aprecia el estero y playa del sector La Diablica y entre ellos un laboratorio de larvas de camarón.



Fotografía 11. Estero la Diablica con presencia de aves migratorias

Fuente: "Autores"



Fotografía 12. Estero y Playa La Diablica

Fuente: "Autores"

#### **4.6.2. Evaluación de impactos ambientales**

Para la identificación de los impactos se emplea el método basado en una matriz de doble entrada que interrelaciona los factores ambientales y las acciones buscando la posibilidad de ocurrencia de los impactos en cada interrelación. Se complementa con un análisis descriptivo de los impactos sobre cada componente ambiental, como se muestra en la tabla IV.



El proceso de valoración de los impactos ambientales se basa en la revisión de la información existente y la recolección de datos de campo. Para la identificación de los impactos se utiliza una matriz de interrelación factor – acción, donde se valora la importancia de los componentes versus la magnitud asociada a dicha interacción.

Para la evaluación de los impactos potenciales se utilizó una matriz causa – efecto, para lo cual se escogieron los factores ambientales del área del proyecto y las actividades que generan o podrían generar impactos a los componentes analizados. La Magnitud (M) de los impactos se presentan en un rango de 1 a 10 para lo cual, se ha clasificado las características de los impactos tal como se muestra en la tabla III.

COMPONENTES AMBIENTALES		VALORACIÓN	
Atmosférico	Calidad del aire	Olores	9
		Ruido	8
		Pm10	8
		Co2	8
Suelo	Calidad de suelo	9	
	Uso del suelo	7	
Agua	Uso del recurso	8	
	Alteración de drenajes naturales	7	
Flora	Densidad	6	
Fauna	Habitad	6	
Socio economía	Empleo	9	

Tabla III. Importancia relativa de componentes ambientales

Fuente "Autores"



LISTA DE CAUSAS E IMPACTO					
CAUSA	Transporte de los residuos sólido	Vertido de los residuos sólidos	Compactación de los residuos sólidos	Disposición de los residuos sólidos	Cobertura de suelo
IMPACTO		Emisión de polvo	Emisión de polvo	Emisión de polvo	Emisión de polvo
	Emisión de polvo	Ruido	Ruido	Ruido	Ruido
	Ruido	Malos olores	Malos olores	Malos olores	Malos olores
	Malos olores	Inestabilidad del cuerpo del relleno sanitario	Presencia de biogás	Presencia de biogás	Presencia de biogás
			Inestabilidad del cuerpo del relleno sanitario	Inestabilidad del cuerpo del relleno sanitario	Inestabilidad del cuerpo del relleno sanitario
				Presencia de lixiviados	Presencia de lixiviados
				Presencia de vectores	Presencia de vectores

Tabla IV. Causa e impacto del relleno sanitario.

Fuente: "Autores"

#### **4.6.3. Análisis de los resultados de la matriz de impacto ambiental**

Después del análisis de valoración de los impactos, el máximo valor de afectación negativa al medio (componentes) por las actividades del proyecto sería de  $-3,600$  ( $-100$  unidades  $\times 36$  interacciones) cuando todos los impactos presentan las características más adversas; de esto, el valor resultante para el proyecto en análisis es de  $-902.9$  que presentan un impacto porcentual negativo de 29.1%. Del total de factores analizados, el 83.87% presentan impactos de carácter negativos y solamente un 16.13% reflejan impactos positivos.

# **CAPITULO 5**

## **5. PLANTEAMIENTO DE LAS POSIBLES SOLUCIONES PARA EL MANEJO AMBIENTAL**

En este capítulo plantearemos posibles soluciones para el cierre técnico del actual botadero, será importante que este se realice de manera técnica para evitar la contaminación y con la iniciativa del proyecto que se está llevando a cabo por parte de los tres Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales de la gestión integral de desechos sólidos de la mancomunidad de Santa Elena; este será un proceso gradual en el que se pueda realizar la clausura definitiva del lugar pero con todos los implementos necesarios y seguridad del caso para evitar impacto ambiental negativo por lo menos 20 años.

Para ello se realiza el presente trabajo de pre factibilidad, que busca proponer soluciones viables que cumpla los requerimientos técnicos y legales ambientales que conlleve a un beneficio de la comunidad del cantón Salinas.

En el proceso deberíamos idear un plan para el cierre que consiste en lo siguiente:

- a) Se deberá restringir el acceso a la zona
- b) Construcción y mantenimiento de Caseta de guardianía
- c) Utilizar el equipo adecuado para las labores
- d) Obras Complementarias
- e) Establecer el monitoreo
- f) Mantenimiento

El estudio de las soluciones se realizan en base a las obras complementaras para el adecuado cierre técnico del actual botadero del cantón Salinas, las alternativas serían:

1. DRENAJE DE AGUA SUPERFICIAL EN EL BOTADERO E IMPERMEABILIZACION DE VERTEDERO.
2. MANEJO DE LIXIVIADOS MEDIANTE PANTALLAS DE INTERSECCION DE FLUJO Y DESFOGUE DE GASES DEL BOTADERO IMPLEMENTANDO TUBOS DE LATILLAS DE CAÑA GUADUA,

TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS MEDIANTE RECIRCULACION EN ZEOLITA.

3. DRENAJE E IMPERMEABILIZACION DEL VERTEDERO, IMPLEMENTACION DE DESFOGUE DE GASES MEDIANTE DUCTOS DE LATILLA DE CAÑA, IMPLEMENTACION DE PANTALLAS DE INTERSECCION Y PLANTA DE TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS.

#### **5.1. Drenaje de agua superficial en el botadero e impermeabilización de vertedero.**

Es importante analizar las superficies del botadero para la adecuada impermeabilización del terreno y así evitar que las aguas superficiales se infiltren en el relleno para la disminución del caudal de líquidos lixiviados a tratarse y también disminuyendo la contaminación de aguas subterráneas; para ello se diseña cunetas perimetrales en la zona norte y sur del relleno sanitario que serán las encargadas de captar o transportar las aguas superficiales de manera segura sin contaminación a la quebrada natural ubicada en la zona norte del relleno sanitario.



Fotografía 13. Canal para recolección de aguas superficiales del relleno sanitario en fase de cierre.

Fuente: "Autores"

En la Fotografía 13 podemos observar canales de aguas lluvias en el relleno sanitario en fase de cierre, las cuales captan el escurrimiento del área del relleno y también permite la evacuación de aguas provenientes de las laderas localizadas a los alrededores del sitio.

El impermeabilizar el relleno y los taludes es una opción viable que complementaría el uso de los canales superficiales ya que evitaría el ingreso de agua al interior del relleno disminuyendo la producción de líquido lixiviado. Esta solución sería idónea debido que el relleno sanitario actualmente no tiene una capa impermeable en la base donde se asientan los desechos sólidos. Para ello deberíamos utilizar una capa de arcilla pero debido a la

poca o nula disponibilidad de este material planteamos usar una cobertura con geo membrana, la cual será cubierta con material pétreo proveniente de la zona para evitar el deterioro de la misma.

## **5.2. Manejo de lixiviados mediante pantallas de intersección de flujo y desfogue de gases del botadero implementando tubos de latillas de caña guadua.**

Los desechos de origen orgánico liberan líquidos cuando son compactados, aunque los mismos desechos absorben muy poca parte de estos líquidos en su mayoría llegan a la base de los depósitos de residuos, que en este caso es el terreno natural de la quebrada.

El efecto de la descomposición de la materia orgánica dura por 30 años o más al ser un proceso lento, este proceso también actúa produciendo cambios a la materia orgánica de solido a líquido. Estos lixiviados pueden contener materia en suspensión y disuelta, en la tabla V. Observamos la composición de lixiviados.

Pero es la fase de licuefacción la que incrementa el contenido de lixiviado en el relleno. El relleno al no tener un sistema de captación de lixiviados, estos pueden llegar a contaminar las aguas subterráneas.

COMPONENTES RANGO	(mg/l)
Cloruros	100 – 400
Cobre	0 – 9
Hierro	50 – 600
Flúor	0 – 1
Cadmio	0 – 17
Cromo (VI)	2
Plomo	2
Sodio	200 – 2 000
Sulfatos	100 – 1 500
Nitratos	5 – 40
Dureza (CaCO <sub>3</sub> )	300 – 10 000
DBO	2 000 – 30 000
DQO	3 000 – 45 000
pH	5.3 – 8.5

Tabla V. Composición De Lixiviados Y Rangos

Fuente: “Manejo integrado de desechos sólidos – construcción y operación de relleno sanitario del cantón Puerto López”

Los lixiviados serán conducidos hacia las pantallas de intersección ubicadas después del área del vertedero tal como se observamos en la lámina 6, el mismo que será recogido y dirigido a piscinas de acumulación o reservorios adecuados. Así cuando llueva estos lixiviados serán recirculados en una zona que se adecuará con capas de tierra para que exista un filtrado natural impidiendo que estos lleguen a los drenajes naturales.



## Sección Transversal de la Pantalla

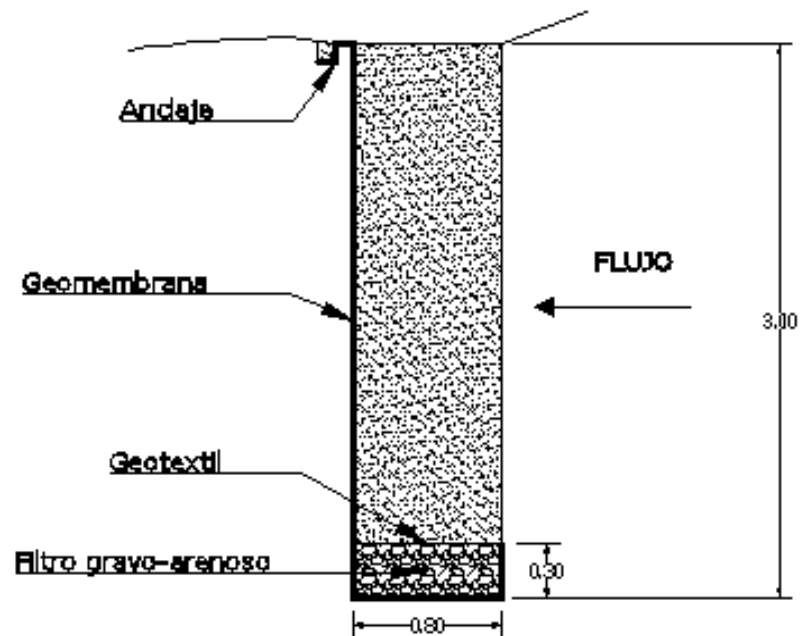


Lámina 6. Corte de pantalla de intersección de flujo

Fuente: "Autores"

Debido a la descomposición anaerobia de los residuos sólidos se producen gases, la generación de este subproducto depende en gran parte de los tipos de residuos orgánicos y de las condiciones en las que llegan al relleno sanitario, también del medio que en el que se da el proceso de descomposición.

En la tabla 6 se observa la descomposición del biogás en la fase conocida como metanogénica con presencia de metano, ácido sulfhídrico, bióxido de carbono, amoníaco y otros, en diferentes concentraciones, que depende de varias variables.

COMPONENTE	PORCENTAJE (BASE VOLUMEN SECO)
Metano	45 – 60
Co <sub>2</sub>	20 – 60
Nitrógeno	2 – 5
Oxígeno	0.1 – 1.0
Amoniaco	0.1 – 1.0
Co	0 – 0.2
Sulfuros, di sulfuros, mercaptanos, etc.	0 – 1.0
Constituyentes en cantidades traza	0.01 - 0.6

Tabla VI. Descomposición de biogás

Fuente: “Gestión Integral De Residuos Sólidos, Tchobanougus, Et Al., Vol. 1”

Entre las soluciones que se podría dar a la presencia de este biogás es aprovecharlo como fuente de energía, en la actualidad hay mayor investigación y esto es posible aunque en nuestro país no se ha implementado este tipo de aprovechamiento aun.

Entre las soluciones más comunes está la extracción y quemado del biogás que se lo realiza mediante dos métodos; el método de drenaje pasivo y el método de drenaje activo.

El método de drenaje activo en el cual se instala dentro del relleno sanitario un sistema de captación de gas por medio de tuberías que utiliza un soplador de aire para dirigir el gas hacia las chimeneas. Por otra parte el sistema de drenaje pasivo es menos costoso comparado con este.

Dentro del sistema de drenaje pasivo tenemos una clasificación de drenajes pasivos con pozos de recolección que es de los más usados, ya que aprovecha el esparcimiento horizontal de los gases, que llegan a los pozos ubicados de forma vertical a lo largo del relleno y los gases salen a través de estos hasta el exterior de forma controlada para que sean quemados. Este es el sistema instalado en el relleno sanitario en fase de cierre, tal como se muestra en la fotografía 14.



Fotografía 14 Salida de gases del relleno sanitario en fase de cierre.

Fuente: "Autores"

Como una alternativa complementaria a las pantallas de intersección de flujo, se plantea el tratamiento de lixiviados luego de la captación, se propone construir un sistema de tratamiento utilizando las ventajas que posee el mineral zeolita, que tiene la capacidad de absorber un alto porcentaje de contaminantes químicos, incluyendo metales pesados.

La técnica consiste en hacer circular los líquidos contaminantes en un volumen de zeolita triturada que se depositan en piscinas impermeables cuyos fondos tiene pendientes consideradas para lograr que el flujo de lixiviados circule por gravedad entre la zeolita (fragmentos de 7 a 9 mm) hasta llegar a un tanque de acumulación de lixiviados, en donde se los recirculara por bombeo.

Cuando se utiliza zeolita se debe tomar en consideración que los líquidos a tratar deben permanecer cierto tiempo en la masa de zeolita triturada, lo que se denomina tiempo de residencia, en función de esto se diseña la geometría de las piscinas.

Teniendo en cuenta la solución planteada por el proyecto ESPOL-EMASEO Quito, se propone una solución similar en dimensiones geométricas, la cual se presenta en la lámina 7.

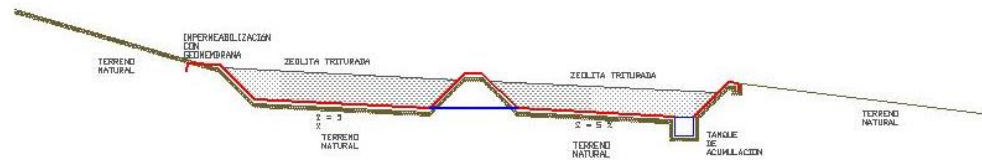
El sistema tiene una longitud de 29 metros y un ancho de 8 metros. Se propone colocar una cubierta de geo membrana HHDPP de 0.5 mm con una estructura de caña de guadua.

La solución de la cubierta se propone para evitar el ingreso de aguas lluvias y así aumentar los líquidos contaminantes. Debido a las características de la geo membrana (acumulación de calor), se tendrán también posibilidades de evaporación.

Evidentemente, mientras menos volúmenes de lixiviados se tenga la operación será más fácil, por esta razón se requiere impermeabilizar la superficie tanto del botadero como del relleno sanitario.

La impermeabilización debe permitir conducir las aguas lluvias al sistema de drenaje natural sin que sean contaminados al no ingresar en contacto con los residuos sólidos.

## TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS



CORTE 1-1

Lámina 7. Corte de planta de tratamiento de lixiviados

Fuente: "Autores"

# **CAPITULO 6**

## **6. DISEÑOS A NIVEL DE PREFACTIBILIDAD**

El presente estudio se lleva a cabo con la finalidad de realizar un estudio de pre factibilidad por lo cual se realizan los diseños para cada una de las soluciones posibles:

- Diseños para implementación del drenaje de agua superficial en el botadero e impermeabilización de relleno y taludes.
- Diseños para Manejo de lixiviados mediante pantallas de intersección de flujo y desfogue de gases del botadero implementando tubos de latillas de caña guadua.

- Drenaje e impermeabilización del vertedero, implementación de desfogue de gases mediante ductos de latilla de caña, implementación de pantallas de intersección y planta de tratamiento de lixiviados

### **6.1. Diseños para impermeabilización e implementación del drenaje de agua superficial en el vertedero.**

Los diseños para la impermeabilización e implementación del drenaje de agua superficial en el vertedero serían:

#### **6.1.1. Establecer cota final del relleno**

La importancia de establecer la cota final de relleno es debido a las pendientes para que no sean bruscas, se busca suavizar el flujo de escorrentía y evitar una mayor infiltración al vertedero.

En la lámina 8 podemos observar de color rojo el perfil longitudinal del terreno natural y la línea de color verde corresponde al corte longitudinal de la cota final de relleno en el cual evitamos la formación de terrazas por la necesidad de instalar geo membranas para la impermeabilización.



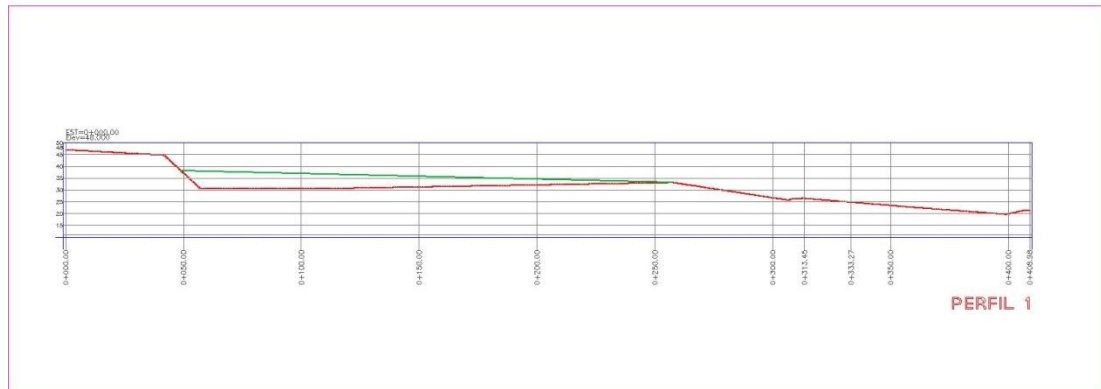


Lámina 8. Perfil longitudinal del proyecto y terreno natural.

Fuente: "Autores"

El perfil del proyecto tiene una longitud de 200 m con un desnivel de 5m es decir tendrá una pendiente de bombeo del 2.5 % suficiente para la escorrentía de las aguas lluvias.

### 6.1.2. Impermeabilización de relleno

Se implementará una impermeabilización del vertedero con geo membrana, cuando ya se alcance la cota final, es indispensable tomar en cuenta el uso del suelo que tendrá el relleno sanitario cuando quede inoperativo; por lo cual no se dejará descubierta la geo membrana para evitar su deterioro. Esta geo membrana se cubrirá con una capa de material pétreo de 0.30 m.

Del plano de obtenemos un área de cobertura de 39,613.76 m<sup>2</sup>

las mismas que tendremos que cubrir con geo membrana, mientras que con la capa de cobertura tendremos un aproximado de 11,884.13 m<sup>3</sup> de material pétreo.

### **6.1.3. Cobertura del vertedero**

La capa vegetal es una opción viable para dar uso al terreno donde se encuentra el actual vertedero, de preferencia sembrar especies nativas del sector para que no se afecte el paisaje propio. Esta capa vegetal se la instalará después del recubrimiento final del relleno sanitario y se recomienda el uso de pasto y arbustos nativos pero de raíces cortas o superficiales como se observa en la fotografía 15 para que no traspasen la cobertura del relleno y que reduzcan la infiltración de aguas lluvias al vertedero.



Fotografía 15. Flora local de Lomas de Ayamblo

Fuente: "Autores"

#### 6.1.4. Diseño de canales para aguas superficiales

Cálculo del gasto máximo por el método racional

$$Q_{\max} = \frac{CIA_{cu}}{3.60}$$

DONDE:

$Q_{\max}$  : Gasto maximo  $[m^3/s]$

C : Coeficiente de escorrentia [Adimensional]

I : intensidad máxima de lluvia para un periodo de retorno dado  $[mm/h]$

3.60 : Coeficiente de corrección

COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		Pronunciada	Alta	Media	Suave	Despreciable
Sin Vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos Vegetación Ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.70	0.65	0.60
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, Grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
Bosques, Vegetación Densa	Impermeable	0.55	0.45	0.40	0.35	0.30
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Tabla VII. Coeficiente de escorrentía (C)

Fuente: "Rázuri 1984"

Datos:

$$C = 0.65$$

$$I = 7.50 \text{ mm/h}$$

$$A_{cu} = 0.33 \text{ km}^2$$

$$Q_{max} = \frac{CIA_{cu}}{3.60}$$

$$Q_{max} = 0.447 \text{ m}^3/\text{s}$$

MATERIAL	VELOCIDAD MEDIA (m/s)
Suelo arenoso muy suelto	0.30 – 0.45
Arena gruesa o suelo arenoso suelto	0.45 – 0.60
Suelo arenoso promedio	0.60 – 0.75
Suelo franco arenoso	0.75 – 0.83
Suelo franco de aluvión o ceniza volcánica	0.83 – 0.90
Suelo franco pesado o franco arcilloso	0.90 – 1.20
Suelo arcilloso	1.20 – 1.50
Conglomerado, cascajo cementado, pizarra blanda, hard pan, roca sedimentaria blanda	1.80 – 2.40
Roca dura o Mampostería	3.00 – 4.50
Concreto	4.50 – 6.00

Tabla VIII. Velocidades máximas permitidas en canales

Fuente: “Hidráulica de canales Sotelo 2002”

Para el diseño implementado se mantiene en consideración la utilización de concreto en las paredes del canal.

$$A_{min} = \frac{Q_{max}}{V_{max}}$$

$$A_{min} = \frac{0.447 \text{ m}^3/\text{s}}{0.45 \text{ m/s}}$$

$$A_{min} = 0.1 \text{ m}^2$$

Para el diseño del canal trapezoidal

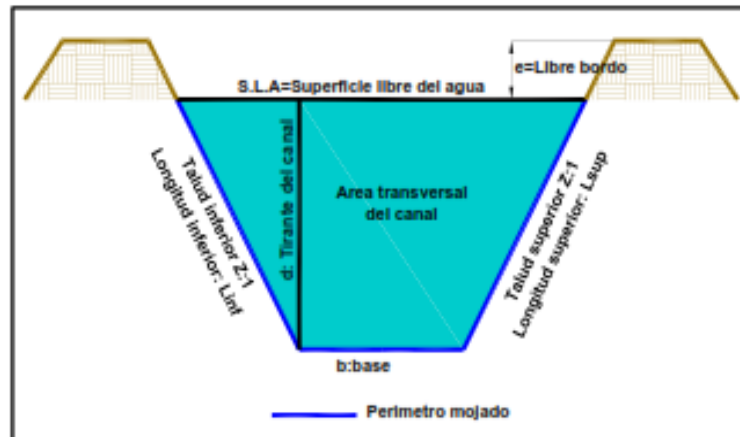


Lámina 9. Sección transversal de un canal

Fuente: "Secretaria de agricultura"

Para obtener el tirante del canal necesitaremos lo siguiente:

Área de trapecio

$$A = d(b + zd)$$

Despejando d obtenemos la fórmula para el tirante:

$$d = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4zA}}{2z}$$

Si tenemos los siguientes datos:

$$b = 0.45 \text{ m}$$

$$z = 1$$

$$A = 0.1 \text{ m}^2$$

El tirante será:

$$d = 0.16 \text{ m} \approx 0.2 \text{ m}$$

Cálculo de la longitud de la superficie libre (L.S.L.A.)

$$L.S.L.A. = b + zd$$

$$L.S.L.A. = 0.65 \text{ m}$$

Longitud de taludes:

$$L \text{ talud} = \sqrt{(y^2 + (yz)^2)}$$

$$L \text{ talud} = 0.28 \text{ m}$$

Radio Hidráulico:

$$R = \frac{\text{Área mojada}}{\text{Perímetro mojado}}$$

$$R = \frac{0.11 \text{ m}^2}{1.016 \text{ m}}$$

$$R = 0.1083 \text{ m}$$

Cálculo de capacidad del canal

Se asigna un valor de coeficiente de rugosidad (n) para utilizar las fórmulas de Manning.

MATERIAL	MÍNIMO	NORMAL	MÁXIMO
Roca (con salientes y sinuosas)	0.035	0.040	0.050
Tepetate (liso y uniforme)	0.025	0.035	0.040
Tierra (alineado y uniforme)	0.017	0.020	0.025
Tierra (construido con draga)	0.025	0.028	0.033
Mampostería seca	0.025	0.030	0.033
Mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025
Concreto	0.013	0.017	0.020
Asbesto cemento	0.090	0.010	0.011
Polietileno o PVC	0.007	0.008	0.009
Hierro fundido	0.011	0.014	0.016

Tabla IX. Valores de n para fórmula de Manning

Fuente: "Arteaga ,2002"



Del cual tenemos los siguientes datos:

$$n = 0.017$$

$$A_c = 0.225$$

$$R = 0.11$$

$$S = 0,01$$

$$Q_c = \frac{1}{n} A_c R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_c = 1.2 \text{ m}^3/\text{s}$$

Verificación de velocidad

$$V_c = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

$$V_c = 1.34 \text{ m/s}$$

Condiciones técnicas

Para ello se busca que:

Área del canal  $A_c$  sea mayor que el Área mínima  $A_{min}$

$$A_c \geq A_{min}$$

$$0.225 \geq 0.1$$

Gasto máximo  $Q_{max}$  sea menor que el caudal  $Q_c$  determinado para el canal diseñado.

$$Q_c \geq Q_{max}$$

$$1.20 \geq 0.447$$

La velocidad del flujo del canal  $V_c$ , sea menor que la velocidad máxima permitida según las características del canal diseñado  $V_{max}$ .

$$V_c \leq V_{max}$$

$$1.34 \leq 4.50$$

El canal diseñado tiene una longitud de 535,98 m. y el espesor del revestimiento del canal es tomado de la siguiente figura del libro Hidráulica de canales vol-1 Sotelo.

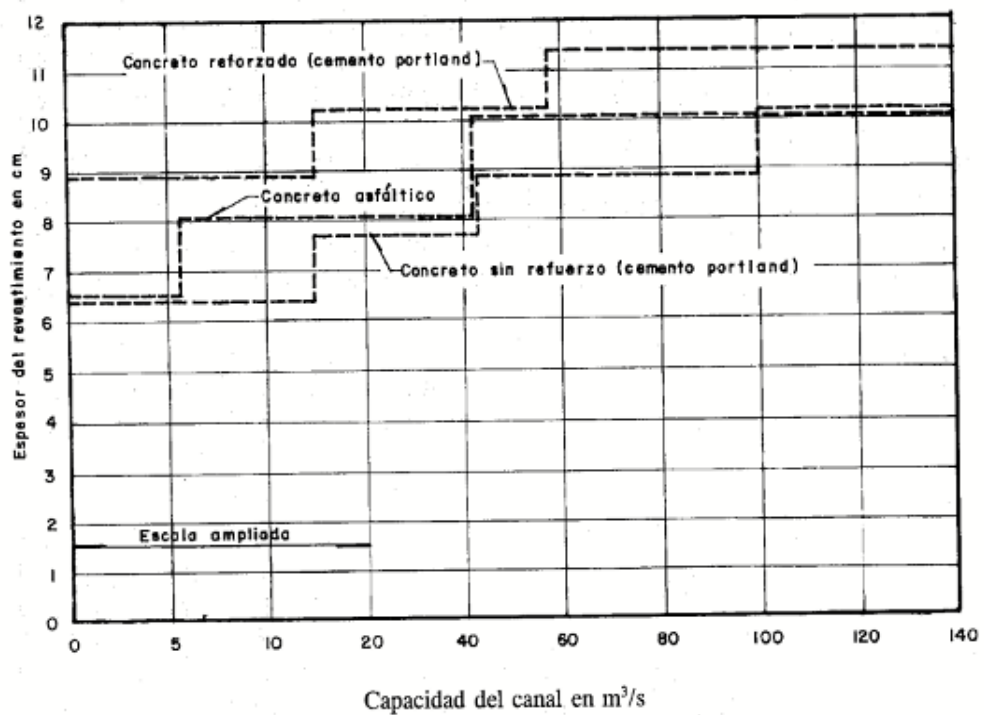


Lámina 10. Espesor de revestimientos de superficie dura en canales

Fuente: "Sotelo ,2002"

Del cual el  $Q_c=1.2 \text{ m}^3/\text{s}$  y asumiendo un canal de concreto sin refuerzo, se obtiene un revestimiento de 6.5 cm. Tal como se observa en las lámina 9.

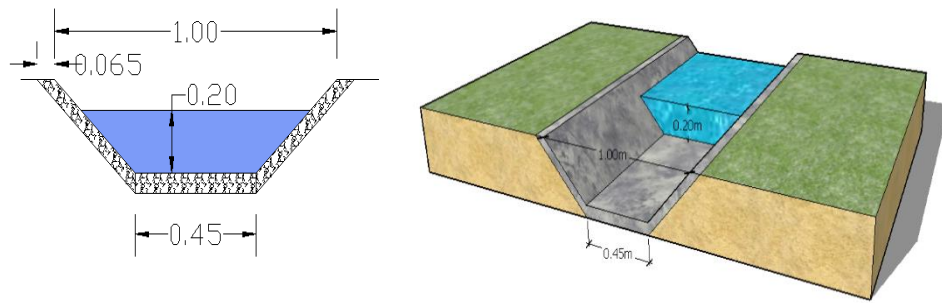


Lámina 11. Sección de Canal Diseñado

Fuente: "Autores"

## 6.2. Diseños para manejo de lixiviados mediante pantallas de intersección de flujo y diseño tubos de caña guadua para chimeneas, diseño de chimeneas

### 6.2.1. Diseño de pantallas de intersección

Para el diseño se estima que la generación de líquidos lixiviados está dada por la precipitación y el nivel de compactación del relleno.

TIPO DE RELLENO	PRODUCCION DE AGUAS LIXIVIADAS (% DE LA PRECIPITACION)	PRODUCCION DE AGUAS LIXIVIADAS (m3 /ha*día)		
		Precipitación 700 mm/año	Precipitación 1500 mm/año	Precipitación 3000 mm/año
Relleno manual	60	11.51	24.66	49.32
Relleno compactado con maquinaria liviana	45	7.67	16.44	32.88
Relleno compactado con maquinaria pesada	20	4.79	10.27	20.55

Tabla X. Producción de lixiviados por tipo de relleno y precipitación

Fuente: “Diseño, Construcción, operación y cierre de rellenos sanitarios municipales, Municipio de Loja”

De la tabla X asumimos el valor de 15.41 m<sup>3</sup>/ (ha\*día) pues se obtuvo una precipitación de 2,472.3 mm/año en 1998.

Calculo de caudal de diseño

$$Q = A v$$

Entonces con los datos siguientes

$$A = 4 \text{ Ha}$$

$$v = 15.41 \text{ m}^3 / (\text{ha} * \text{día})$$

Se obtiene el caudal de lixiviados generados:

$$Q = 0.0007 \text{ m}^3/\text{s}$$

Para el dimensionamiento del dren se utilizara la siguiente ecuación, utilizada para canales con medio granular en su medio (Método de Wilkins)

$$V = 52.45P * Rh^{1/2} * J^{1/4}$$

Donde:

*V = velocidad media de percolación en cm/s*

*P = Porosidad del medio granular, valor entre 0.4 y 0.5*

*Rh = Radio hidráulico del medio granular en cm*

*J = Pendiente del dren en m/m*

El radio hidráulico se lo calcula de la siguiente expresión

$$Rh = \frac{P * D_s}{6 (1 - P)}$$

$D_s = \text{Diametro equivalente del material granular}$

$$P = 0.4$$

$$J = 0.02$$

$$D_s = 6$$

$$Rh = 0.67 \text{ cm.}$$

$$V = 6.44 \text{ cm/s}$$

Calculo de la sección del conducto.

$$Q = 0.0007 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$A = 0.011 \text{ m}^2$$

$$V = 0.064 \text{ m/s}$$

$h_{\min} = 25 \text{ cm}$ , asumimos  $h = 30 \text{ cm}$  y  $b = 70 \text{ cm}$



Para comprobar el funcionamiento adecuado de la ecuación de la velocidad de percolación, la misma que es para flujo laminar se realiza la siguiente comprobación.

$$1 \leq Re \leq 3000$$

$$Re = \frac{(V * D_s)}{(6\gamma(1 - p))}$$

DONDE:

Re = número de Reynolds.

$\gamma$  = coeficiente de viscosidad cinemática.

$$Re = 1,063.03$$

$$\gamma = 0.0101$$

$$1 \leq 1,063.03 \leq 3,000 \quad \mathbf{OK}$$

### 6.2.2. Diseño de almacenamiento de lixiviados

$$Q = 0.0007 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{en una hora} = 2,183 \text{ l.}$$





Lámina 12. Contenedor para Líquidos Lixiviados

Fuente: "Autores"

### GRADIENTE HIDRAULICO.

Las dos pantallas de intersección estarán ubicadas a 100 metros entre ellas y la primera a 50 metros desde el canal de geotextil.

$$i = \frac{\Delta h}{L}$$

DONDE:

$\Delta h$  = desnivel entre el punto más alto del relleno y la pantalla de intersección.

$L$  = Longitud entre el punto más alto del relleno y la pantalla de intersección.

PRIMERA PANTALLA DE INTERSECCION.

$$\Delta h = 5\text{m}$$

$$i = 0.02$$

$$L = 250 \text{ m}$$

CAUDAL

$$Q = A * k * i$$

DONDE:

A = Área del relleno.

k = Conductividad Hidráulica

$$A = 39,613.76 \text{ m}^2$$

$$k = 0.000014$$

$$Q = 1.109 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

## SEGUNDA PANTALLA DE INTERSECCION.

$$\Delta h = 5\text{m}$$

$$i = 0.014$$

$$L = 350 \text{ m}$$

CAUDAL

$$Q = A * k * i$$

DONDE:

A = Área del relleno.

k = Conductividad Hidráulica

$$A = 39,613.76 \text{ m}^2$$

$$k = 0.000014$$

$$Q = 1.09 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

### 6.2.3. Diseño de planta de tratamiento de lixiviados

Esta obra complementa al diseño de las pantallas de intersección de líquidos lixiviados, debido a que mediante estas pantallas se captan estos líquidos y se los lleva a los reservorios, luego de ser almacenados debemos dar el respectivo tratamiento.

Esta planta contará con dos piscinas impermeabilizadas con geo membrana para evitar infiltraciones al terreno natural y no contaminar aguas subterráneas. Estas piscinas serán llenadas con zeolita triturada de 7 – 9 mm.

Los fondos de las piscinas tienen una pendiente consideradas del 5 % en 10 m, es decir un desnivel de 0.5 m, para lograr que el flujo de lixiviado circule por gravedad y lleguen hasta el sistema de bombeo. Ya que la zeolita es un medio filtrante durable podemos tener un tiempo de retención de 1 a 2 años.

Hemos definido dos piscinas de 10m de largo por 8 m de ancho cada una conectadas entre sí por tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro. y en la que finalmente llegan a un reservorio de 2m de largo por 1m de ancho y 1m de profundidad recubierto de geo membrana la que nos proporciona un volumen de 2 metros cúbicos o 2,000 litros tal como se muestra en el anexo C en la que podremos observar el diseño visto en planta y su respectivo corte.

A partir de las medidas prediseñadas obtendremos el tiempo de retención de la zeolita, mediante los siguientes cálculos:

Volumen de las piscinas

$$V = (8 * 20 * 1.5) = 240 \text{ m}^3$$

Si consideramos los rangos de dureza de los lixiviados (300 – 10000 mg/l,) y que la zeolita tiene una capacidad para eliminar entre (7000 – 12000 gr/m<sup>3</sup>)

Obtenemos la capacidad de remoción total de la siguiente forma:

$$\textit{Capacidad de remoción} = \textit{volumen} * \textit{capacidad del material}$$

$$\textit{Capacidad} = 240 \text{ m}^3 * 12000 \text{ gr/m}^3$$

$$\textit{Capacidad} = 2880000 \text{ gr}$$

Para saber que volumen podrá tratar la zeolita:

$$\textit{Volumen} = \frac{\textit{Capacidad a tratar}}{\textit{Capacidad de eliminación}}$$

$$\textit{Volumen} = 2880000 / 0.3$$

$$\textit{Volumen} = 960000 \text{ l.}$$

Si tomamos el caudal de producción de lixiviados tomando casos extremos de precipitaciones, es decir el fenómeno del niño: Q=2000 l/h.

$$\text{Tiempo de retención} = \frac{\text{Volumen de tratamiento}}{\text{Caudal de producción}}$$

$$T = \frac{960000l}{2000\text{ts/h}}$$

$$T = 480 \text{ h.}$$

$$T = 20 \text{ días}$$

#### **6.2.4. Diseño de desfogues de gases**

El material a utilizar en los conductos que sirven para drenar los gases son de tubos formados por latilla de caña guadua, que en su interior son rellenas por agregado grueso. La caña guadua tiene como característica el ser más resistente que la madera, es además flexible y económico por lo tanto es un material idóneo que sirve para este trabajo por su resistencia y maniobrabilidad.

La construcción de estas se realiza a partir de la latilla de caña guadua la cual tiene medidas aproximadas de (0.30 – 0.40) m de ancho por una longitud de 6m. Tal como se muestra en la lámina 13, para poder obtener el diámetro necesario uniremos varias de estas latillas hasta tener una plancha de 3.15 m esta puede ser amarrada con piola luego en sitio se la enrollará

formando un ducto de 1m de diámetro la cual luego de instalada se procede a rellenar con material grueso. Gracias a la abertura natural que existe en cada uno de los ductos lo hace ideal para el trabajo de conducción de gases.

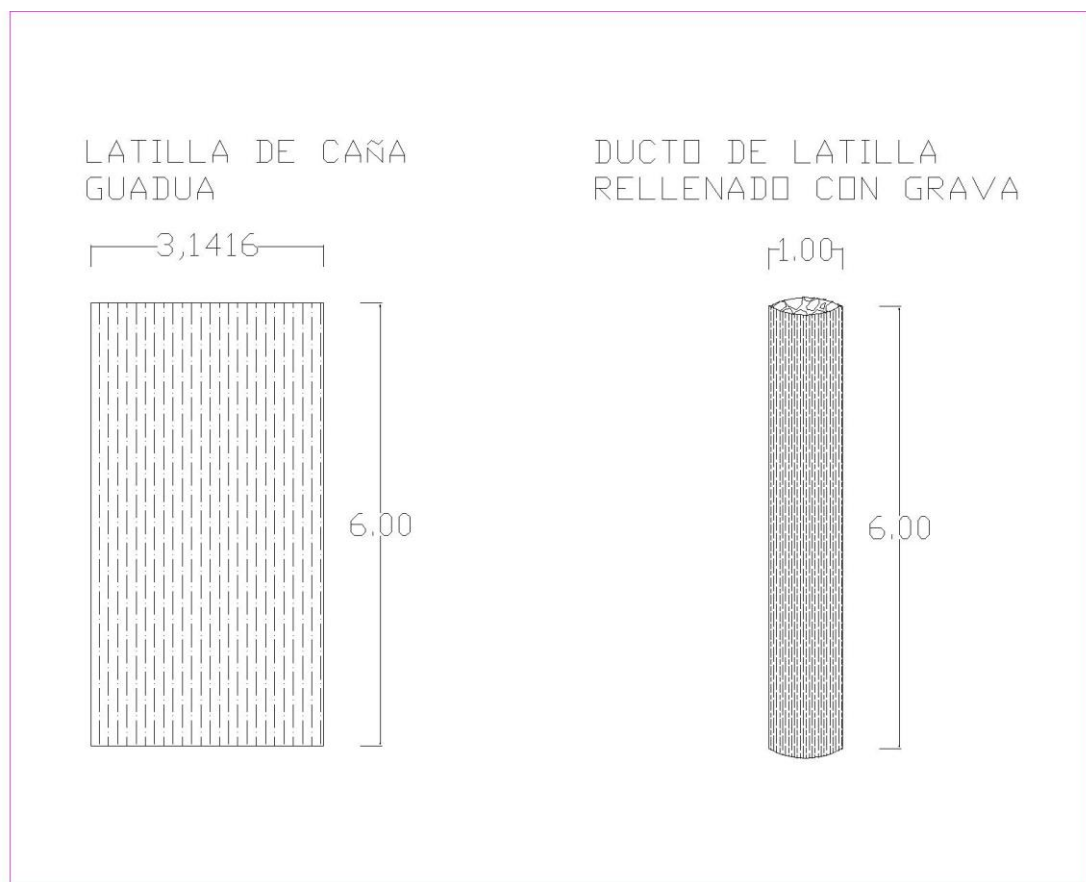


Lámina 13- Ducto de latilla de caña guadua

Fuente: "Autores"

El proceso de instalación de estos ductos será de manera horizontal con un pendiente de 5 % en la línea central de la cual nacen dos ductos verticales para el desfogue del biogás, pero en los metros finales se instalarán tuberías

metálicas en la cual se instalará un mechero que servirá para la quema de los gases, estos mecheros estarán situados a una distancia de 100m cada uno en la primera terraza, tal como observamos en la lámina 14.

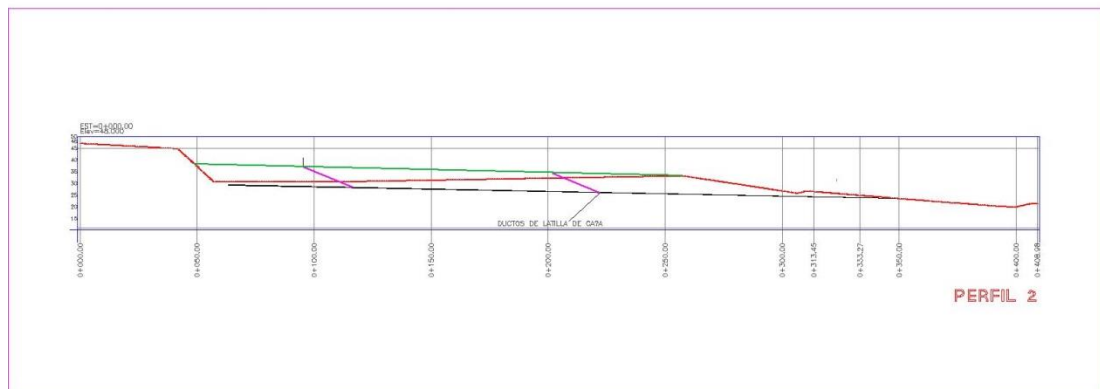


Lámina 14. Perfil longitudinal con la instalación de ductos latilla de caña guadua

Fuente: "Autores"

Para efectos prácticos construimos un ducto de latilla de caña guadua de 3 m. de alto y 1m. de diámetro, tal como se muestra en la fotografía 16.





Fotografía 16. Ducto de latilla de caña guadua.

Fuente: "Autores"

# **CAPITULO 7**

## **7. COSTOS ESTIMADOS**

OBRA: CIERRE TECNICO DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTON SALINAS

UBICACIÓN: SALINAS SECTOR LOMAS DE AYAMBLO

CONTRATANTE:

CONTRATISTA:

PRIMERA PROPUESTA
-------------------

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>01-00</b>	<b>RESTRICCIÓN DE ACCESO</b>				
	Cerramiento perimetral con estacas de hormigón prefabricadas de f'c= 180 kg/cm <sup>2</sup> y alambre de púas	MI	600	\$ 22.00	\$ 13,200.00
	Ingreso y Caseta de Guardián	GLB	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
<b>02-00</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
	EPP	U	30	\$ 25.00	\$ 750.00
<b>03-00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
	Relleno por capas	m <sup>3</sup>	35652.39	\$ 5.00	\$178,261.95
	Relleno capa final	m <sup>3</sup>	11884.13	\$ 5.00	\$ 59,420.65
	Geo membrana	m <sup>2</sup>	39613.77	\$ 6.00	\$237,682.62
<b>04-00</b>	<b>DRENAJE DE AGUA SUPERFICIAL</b>				
	Canales de hormigón simple e=6,5 cm (incluido excavación)	MI	535.98	\$ 12.75	\$ 6,833.75
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 485,448.97</b>

OBRA: CIERRE TECNICO DEL RELLENO  
 SANITARIO DEL CANTON SALINAS  
 UBICACIÓN: SALINAS  
 SECTOR LOMAS DE AYAMBLO

SEGUNDA PROPUESTA
-------------------

	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANTIDA D	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>01-00</b>	<b>RESTRICCIÓN DE ACCESO</b>				
	Cerramiento perimetral con estacas de hormigón prefabricadas de f'c= 180 kg/cm <sup>2</sup> y alambre de púas	ml	600	\$ 22.00	\$ 13,200.00
	Ingreso y Caseta de Guardián	GLB	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
<b>02-00</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
	EPP	U	30	\$ 25.00	\$ 750.00
<b>03-00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
	Relleno por capas	m <sup>3</sup>	59420.65	\$ 5.00	\$ 297,103.25
	Excavación con maquinaria	m <sup>3</sup>	1660	\$ 15.00	\$ 24,900.00
<b>04-00</b>	<b>PANTALLAS DE INTERSECCION DE LIXIVIADOS</b>				
	Geo membrana	m <sup>2</sup>	300	\$ 6.00	\$ 1,800.00
	Material pétreo de la zona	m <sup>3</sup>	129.6	\$ 10.00	\$ 1,296.00
	Material granular	m <sup>3</sup>	15	\$ 35.00	\$ 525.00
<b>05-00</b>	<b>TRATAMIENTO DE LIXIVIADO</b>				
	Instalación de reservorio (5000 LTS)	GLB	2	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
	Planta de Tratamiento de lixiviados	GLB	1	\$25,000.00	\$ 25,000.00
	Remoción de Zeolita	M3	240	\$ 50.00	\$ 12,000.00
<b>06-00</b>	<b>EVACUACION DE GASES</b>				
	Ductos de latilla de caña guadua (d=1m)	ml	370.00	\$ 12.75	\$ 4,717.50
	Material granular	m <sup>3</sup>	290.00	\$ 12.75	\$ 3,697.50
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 397,489.25</b>

OBRA: CIERRE TECNICO DEL RELLENO  
SANITARIO DEL CANTON SALINAS  
UBICACIÓN: SALINAS SECTOR  
LOMAS DE AYAMBLO

TERCERA PROPUESTA					
	DESCRIPCIÓN	UNIDA D	CANTIDA D	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>01-00</b>	<b>RESTRICCIÓN DE ACCESO</b>				
	Cerramiento perimetral con estacas de hormigón prefabricadas de f'c= 180 kg/cm2 y alambre de púas	ml	600	\$ 22.00	\$ 13,200.00
	Ingreso y Caseta de Guardián	Glb.	1	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
<b>02-00</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL</b>				
	EPP	U	30	\$ 25.00	\$ 750.00
<b>03-00</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
	Relleno por capas	m <sup>3</sup>	59420.65	\$ 5.00	\$ 297,103.25
	Relleno capa final	m <sup>3</sup>	11884.13	\$ 5.00	\$ 59,420.65
	Geomembrana	m <sup>2</sup>	39613.77	\$ 6.00	\$ 237,682.62
<b>04-00</b>	<b>PANTALLAS DE INTERSECCION DE LIXIVIADOS</b>				
	Geomembrana	m <sup>2</sup>	300	\$ 6.00	\$ 1,800.00
	Material pétreo de la zona	m <sup>3</sup>	129.6	\$ 10.00	\$ 1,296.00
	Material granular	m <sup>3</sup>	15	\$ 35.00	\$ 525.00
<b>05-00</b>	<b>TRATAMIENTO DE LIXIVIADO</b>				
	Instalación de reservorio (5000 LTS)	GLB	2	\$ 5,000.00	\$ 10,000.00
<b>06-00</b>	<b>EVACUACION DE GASES</b>				
	Ductos de latilla de caña guadua (d=1m)	ml	370.00	\$ 12.75	\$ 4,717.50
	Material granular	m <sup>3</sup>	290.00	\$ 12.75	\$ 3,697.50
<b>TOTAL</b>					<b>\$ 632,692.52</b>

# CONCLUSIONES

1. Debido a que se ha construido un relleno sanitario y cerca de este un botadero de basura, en sitios ubicados prácticamente en la parte central de varias obras susceptibles de contaminación, se ha decidido la existencia de un gran problema ambiental.
2. El principal problema derivado es la presencia de líquidos lixiviados, los cuales mediante las aguas lluvias pueden fluir hasta el embalse de la Presa Velasco Ibarra, el río grande, los esteros la Diablica y carnero que desembocan en la playa de punta carnero. Para resolver el problema existente se proponen la construcción de soluciones de ingeniería que controlen la generación y el flujo de los lixiviados, para así evitar que estos lleguen a los sitios mencionados.
3. Se diseñan las obras y se determinan presupuestos para su construcción, en la que la solución a tomar es la unión de las dos primeras propuestas

# RECOMENDACIONES

1. Antes de determinarse un sitio de disposición final de la basura debe examinarse exhaustivamente su entorno.
2. Si debido a la falta de espacios se debe depositar la basura en sitios conflictivos, deben implementarse soluciones eficientes para controlar tanto los lixiviados como los gases.
3. Deben realizarse también soluciones técnicas para controlar procesos erosivos por la presencia de lluvias.
4. La solución más adecuada es que se proceda a separar la basura orgánica, con esta generar compostaje y a reciclar la basura inorgánica de tal manera de realizar el menor volumen de disposición final.

# BIBLIOGRAFIA

- [1]. Alexander Álvarez Contreras, J. H. (2006). *Tratamiento biológico de lixiviado generado en el relleno sanitario "El guayabal" de la ciudad de San Jose de Cucuta.*
- [2]. Briones, E. J. (2001). *Inventario de Humedales del Ecuador segunda parte: Humedales Interiores de la Provincia de Guayas - Tommo II. Convencion Ramsar/INEFAN/ EcoCienci., ii, pág. 209. Quito.*
- [3]. Esperanza Oliver Acosta, L. P. (s.f.). <http://relleno.galeon.com/> .
- [4]. Giraldo, E. (2003). *Tratamiento de rellenos sanitarios: Avances recientes.*
- [5]. Gudiño, M. P. (2008). *Diseño e Implementacion del manejo integrado de desechos solidos en la parroquia de puerto cato del canton jipijapa.*
- [6]. <http://suyikaw72.webnode.es/news/represa-velasco-ibarra-santa-elena/>.  
(s.f.).
- [7]. Lopez., P. P. (2006). *Diseño del manejo integrado de desechos solidos en el canton puerto lopez.*
- [8]. Luis Campuzano Romero, C. B. (s.f.). *Estudio de impacto ambiental de santa elena .*
- [9]. Ma. T. Orta de Velásquez, M. N.-V. (s.f.). *Alternativa de tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios en plantas de aguas residuales urbanas2001.*



- [10]. *Ministerio de Medio Ambiente y Agua de Bolivia. (Diciembre de 2010).*  
*<http://es.slideshare.net/camonsalvev/guia-rellenos-sanitarios>.*
- [11]. *Monroe., M. (2000). Tratamiento biologico de lixiviados.*
- [12]. *Peris., J. B. (2005). Sistema de manejo de lixiviados.*
- [13]. *Roger Iván Méndez Novelo, E. M. (2002). Tratamiento de carbon activado.*
- [14]. *Roman., F. J. (2012). Hidrologia superficial (III): RELACION PRECIPITACION - ESCORRENTIA.*
- [15]. *Secretaria de agricultura, g. d. (s.f.). Diseño hidraulico de un canal de llamada.*
- [16]. *Sotelo avila, G. (2002). Hidraulica de canales. Mexico.*
- [17]. *Tipan, E. R. (s.f.). ballenitassi.org. Obtenido de <http://www.ballenitasi.org/2012/06/cuidar-los-humedales.html>*
- [18]. *Lambe W. . Whitman R.. (1991). Mecanica De Suelos. Mexico: Limusa.*
- [19]. *Peter Barry – David Reid.(1984). Mecánica de Suelos*
- [20]. *Carmen Terreros de Varela.(2000)Mecánica de Suelos Práctica. Ecuador: ESPOL.*
- [21]. *Carmen Terreros de Varela, Victor Moreno Lituma. (1995). Mecánica de Suelos Laboratorio. Ecuador: Universidad de Guayaquil.*
- [22]. *Ralph Peck-Walter Hanson-Thomas Thornbur. Segunda Edición. Ingeniería de Cimentaciones.- México: Limusa.*

- [23]. Ing. Carlos Crespo Villalaz. . (2000). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones*. Mexico: Limusa.
- [24]. Mora S.(2012). *Manejo de emisiones de gases en rellenos sanitarios*.  
<https://prezi.com/6d1zbzh3ygzh/manejo-de-emisiones-de-gases-en-rellenos-sanitarios/>
- [25]. Colmenares W. Santos K. (2007). *Generación y Manejo de gases en sitios de disposición final*.  
[http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/relleno\\_sanitario](http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/relleno_sanitario)

# **ANEXOS**

**Anexo A Horarios de recolección de desechos sólidos  
del cantón salinas**

**Anexo B Cartas topográficas**

**Anexo C Matrices ambientales**

**Anexo D Planos de diseños**

# **ANEXO A**

**HORARIOS DE RECOLECCION DE DESECHOS  
SOLIDOS DEL CANTON SALINAS**

# **ANEXO B**

## **CARTAS TOPOGRÁFICAS**

# **ANEXO C**

## **MATRICES DE EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES**

### MATRIZ DE IDENTIFICACION DE IMPACTOS

COMPONENTES AMBIENTALES		Transporte de los residuos sólidos	Vertido de los residuos sólidos	Compactación de los residuos sólidos	Disposición de los residuos sólidos	Cobertura del suelo
ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE					
	OLORES	X	X	X	X	
	RUIDO	X	X	X	X	X
	PM <sub>10</sub>	X				X
	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X
SUELO	CALIDAD DE SUELO			X		X
	USO DEL SUELO		X	X	X	X
AGUA	USO DEL RECURSO					X
	ALTERACIÓN DE DRENAJES NATURALES	X				
FLORA	DENSIDAD	X				
FAUNA	DIVERSIDAD	X				
SOCIOECONOMIA: EMPLEO		X	X	X	X	X

## MATRIZ DE CARACTERIZACION DE IMPACTOS

COMPONENTES AMBIENTALES			<i>Transporte de los residuos sólidos</i>	<i>Vertido de los residuos sólidos</i>	<i>Compactación de los residuos sólidos</i>	<i>Disposición de los residuos sólidos</i>	<i>Cobertura del suelo</i>
ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	OLORES	NEGATIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	NEGATIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	NEGATIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	NEGATIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	
		RUIDO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO
		PM <sub>10</sub>	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA-ALTA LOCALIZADO				NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA-ALTA LOCALIZADO
		CO <sub>2</sub>	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO
SUELO	CALIDAD DE SUELO				NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO BAJA LOCALIZADO		NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO BAJA LOCALIZADO
	USO DEL SUELO			NEGATIVO PERMANENTE C. PLAZO CIERTO MEDIA PUNTUAL	NEGATIVO PERMANENTE C. PLAZO CIERTO MEDIA PUNTUAL	NEGATIVO PERMANENTE C. PLAZO CIERTO MEDIA PUNTUAL	NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO BAJA LOCALIZADO
AGUA	USO DEL RECURSO					NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO CIERTO MEDIA LOCALIZADO	
	ALTERACIÓN DE DRENAJES NATURALES		NEGATIVO TEMPORAL C. PLAZO PROBABLE ALTA LOCALIZADO				
FLORA	DENSIDAD		NEGATIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA LOCALIZADO				
FAUNA	DIVERSIDAD		NEGATIVO PERMANENTE L. PLAZO PROBABLE ALTA LOCALIZADA				
SOCIOECONOMIA: ENPLEO			POSITIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	POSITIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	POSITIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	POSITIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL	POSITIVO TEMPORAL L. PLAZO CIERTO ALTA REGIONAL



### MATRIZ DE VALORACION DE IMPACTOS

COMPONENTES AMBIENTALES			Transporte de los residuos sólidos	Vertido de los residuos sólidos	Compactación de los residuos sólidos	Disposición de los residuos sólidos	Cobertura del suelo	SUMATORIA TOTAL POR COMPONENTE	PORCENTAJE DE AFECTACION POR COMPONENTE
ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	OLORES	-81	-81	-81	-81		-324	-81
		RUIDO	-48	-48	-48	-48	-48	-240	-48
		PM <sub>10</sub>	-52				-52	-104	-52
		CO <sub>2</sub>	-48	-48	-48	-48	-48	-240	-48
SUELO	CALIDAD DE			-45		-45	-90	-45	
	USO DEL SUELO		-42	-42	-42	-35	-161	-40.3	
AGUA	USO DEL RECURS				-48		-48	-48	
	ALTERACIÓN DE DRENAJES NATURALES	-25.9					-25.9	-25.9	
FLORA	DENSIDAD	-48					-48	-48	
FAUNA	DIVERSIDAD	-27					-27	-27	
SOCIOECONOMIA: EMPLEO			81	81	81	81	81	405	81

SUMATORIO TOTAL POR ACCION	-248.9	-	-	-	-
	138	183	186	147	

SUMATORIO TOTAL POR COMPONENTE	-902.9
MAXIMO DE AFECTACION	3100
% DE AFECTACION	29.1

## MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS

COMPONENTES AMBIENTALES			Transporte de la residuos sólidos	Vertido de los residuos sólidos	Compacticación de los residuos sólidos	Disposición de los residuos sólidos	Cobertura del suelo
ATMOSFERA	CALIDAD DEL AIRE	OLORES	-MS	-MS	-MS	-MS	
		RUIDO	-MDS	-MDS	-MDS	-MDS	-MDS
		PM <sub>10</sub>	-MDS				-MDS
		CO <sub>2</sub>	-MDS	-MDS	-MDS	-MDS	-MDS
SUELO	CALIDAD DE SUELO				-MDS		-MDS
	USO DEL SUELO			-MDS	-MDS	-MDS	-PS
AGUA	USO DEL RECURSO					-MDS	
	ALTERACIÓN DE DRENAJES NATURALES		-PS				
FLORA	DENSIDAD		-MDS				
FAUNA	DIVERSIDAD		-PS				
SOCIOECONOMIA: ENPLEO			MS	MS	MS	MS	MS

RANGO	SIMBOLOGIA	SIGNIFICANCIA
0 – 20	NS	No significativo
21 – 40	PS	Poco significativo
41 – 60	MDS	Medianamente significativo
61 – 80	S	Significativo
81 – 100	MS	Muy significativo

# **ANEXO D**

## **PLANOS DE DISEÑOS**