



1ª EDICIÓN

# Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

eBook



1ª EDICIÓN

## *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

María Mercedes Vélez Párraga  
Denny Augusto Cobos Lucio  
Glider Nunilo Parrales Cantos  
Byron Patricio Baque Campozano  
Luis Alfonso Moreno Ponce  
Jaime Adrián Peralta Delgado  
Carlos José Zayala Vazques  
Martha Johana Álvarez Álvarez  
Julio Cesar Pino Tarragó

EDICIONES **MAWIL**

1<sup>RA</sup> EDICIÓN

## *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

## *Autores Investigadores*

### **María Mercedes Vélez Párraga**

Ingeniero Civil

*Universidad Estatal del Sur de Manabí*

**Investiga temas:** relacionados a rellenos sanitarios.

Actualmente en libre ejercicio profesional en actividades de  
Ingeniería Civil: Constructor, Fiscalizador, Consultor.

### **Denny Augusto Cobos Lucio**

Ingeniero Civil

*Universidad Técnica de Manabí*

Magíster en Construcción de Obras Viales

*Universidad Técnica de Manabí*

**Investiga temas:** Identificación de zonas seguras para edificaciones  
de categoría baja en la ciudad de Jipijapa-Ecuador;  
Planeamiento local.

Libre ejercicio profesional en actividades de ingeniería civil:  
Constructor, fiscalizador, consultor.

Actualmente es profesor en la Universidad estatal del sur de Manabí

### **Glider Nunilo Parrales Cantos**

Ingeniero Civil

*Universidad de Guayaquil*

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



Magíster en Administración Ambiental  
*Universidad de Guayaquil*

**Investiga temas:** “Evaluación del manejo del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa, su impacto ambiental, social y económico”;  
Análisis de esfuerzos y deformación en Resistencia de Materiales;  
Estudia la aplicación de Materiales alternativos en la construcción;  
Gerente General de la Compañía constructora COMPACIF CIA LTDA desde el año 1990 al 2008 guayaquil,  
Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil 2019- 2021,  
Contratista, fiscalizador de obras civiles; actualmente Profesor titular de la Universidad Estatal del Sur de Manabí.

**Byron Patricio Baque Campozano**

Ingeniero Civil  
*Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí*  
Master en Gerencia Educativa  
*Universidad Estatal del sur de Manabí*

**Investiga temas:** “Evaluación del manejo del Relleno Sanitario de La ciudad de Jipijapa y su impacto y socio económico”. Fiscalizador de obras; Actualmente profesor titular Principal En la Carrera de Ingeniería civil de la Universidad Estatal del sur de Manabí. Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil de la Universidad Estatal del sur de Manabí

**Luis Alfonso Moreno Ponce**

Docente Titular de la Universidad Estatal del Sur de Manabí,  
Magíster en Construcción de Obra Viales  
*Universidad Técnica de Manabí*  
Doctorando de la Universidad Politécnica de Valencia (España)  
departamento de Infraestructura Transporte y Territorio,  
Decano de la Facultad de Ciencias Técnicas,  
Coordinador de Postgrado de la Universidad Estatal del Sur de Manabí,  
Coordinador de la Carrera de Ingeniería Civil de la UNESUM, Representante de los profesores ante el Órgano Académico Colegiado Superior de la Universidad Estatal del Sur de Manabí,  
Actualmente se encuentra colaborando como Investigador Auxiliar e Investigador Principal respectivamente, en los siguientes

Proyectos: Evaluación del Manejo del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa, su impacto Ambiental y Socio/económico.  
Metodología de Automatización de auditorías de seguridad vial en vías convencionales de España y Ecuador.

**Jaime Adrián Peralta Delgado**

Ingeniero Civil

*Universidad Técnica de Manabí*

Master en Gestión Ambiental con Mención en la Evaluación del Impacto Ambiental,

*Universidad de Pinar del Rio, Pinar del Rio, Cuba;*

Investiga tema “Índices Ambientales para la construcción de Vías en el Ecuador”, miembro del equipo investigador de “Evaluación del manejo del Relleno Sanitario de La ciudad de Jipijapa y su impacto socio-económico”.

Contratista de Obras. Director de Fiscalización de obras civiles.

Actualmente Profesor de la *Universidad Estatal del Sur de Manabí*.

**Carlos José Zavala Vásquez**

Ingeniero Civil

*Universidad Técnica de Manabí*

Master en construcción de obras viales

*Universidad Estatal del Sur de Manabí*

miembro del equipo investigador de “Evaluación del manejo del Relleno Sanitario de La ciudad de Jipijapa y su impacto socio-económico”. Fiscalizador de obras; contratista, Superintendente, Profesor En la Carrera de Ingeniería civil de la Universidad Estatal del Sur de Manabí

**Martha Johana Álvarez Álvarez**

Ingeniero Civil

*Universidad Técnica de Manabí*

Máster en Riego y Drenaje

*Universidad Agraria del Ecuador*

**Investiga temas:** Alternativas en construcción relacionada a las ciencias técnicas. Contratista de obras civiles. Investiga temas de “Evaluación del manejo del Relleno Sanitario de La ciudad de Jipijapa

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



y su impacto y socio económico” Docente contratada de la Universidad Estatal del Sur de Manabí, año 2008 – 2015, Coordinadora de la Carrera de Ingeniería civil desde agosto del 2021 Actualmente docente titular de la Universidad estatal del Sur de Manabí. Ecuador, desde el 2016.

**Julio Cesar Pino Tarragó**

Ingeniero Mecánico

*Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya”*

Master en Máquinas Agrícolas y Doctor en Ciencias Técnicas,

*Universidad Politécnica de Manabí*

**Investiga en temas:** Evaluación d la explotación y mantenimiento de máquinas agrícolas, Procesamiento Industrial de alimentos, Evaluación de materiales.

Autor más de 10 libros relacionados con las ciencias técnicas.

Actualmente profesor titular de la

*Universidad Estatal del sur de Manabí*

1<sup>RA</sup> EDICIÓN

## *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

## *Revisores Académicos*

### **Carlos Fabian Izurieta Cabrera**

Magister en Docencia Universitaria en Ciencias de la Ingeniería;

Ingeniero Matemático;

Docente de la Universidad Central del Ecuador;

 <https://orcid.org/0000-0002-7835-7072>

### **Gino Flor Chavez**

Maestría en Ingeniería Vial; Especialista en Obras Portuarias;

Ingeniero Civil;

Docente de la Universidad de Guayaquil;

 <https://orcid.org/0000-0002-7838-8450>

# Catalogación Bibliográfica

## AUTORES:

María Mercedes Vélez Párraga  
Denny Augusto Cobos Lucio  
Glider Nunilo Parrales Cantos  
Byron Patricio Baque Campozano  
Luis Alfonso Moreno Ponce  
Jaime Adrián Peralta Delgado  
Carlos José Zavala Vazques  
Martha Johana Álvarez Álvarez  
Julio Cesar Pino Tarragó

**Título:** Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

**Descriptor:** Ciencia del suelo; Edafología de los suelos; Ingeniería sanitaria; Jipijapa-Manabí

**Código UNESCO:** 3305 Tecnología de la Construcción

**Clasificación Decimal Dewey/Cutter:** 631.4/V543

**Área:** Ingeniería

**Edición:** 1<sup>era</sup>

**ISBN:** 978-9942-602-25-1

**Editorial:** Mawil Publicaciones de Ecuador, 2022

**Ciudad, País:** Quito, Ecuador

**Formato:** 148 x 210 mm.

**Páginas:** 124

**DOI:** <https://doi.org/10.26820/978-9942-602-25-1>



Texto para docentes y estudiantes universitarios

El proyecto didáctico **Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico**, es una obra colectiva escrita por varios autores y publicada por MAWIL; publicación revisada por el equipo profesional y editorial siguiendo los lineamientos y estructuras establecidos por el departamento de publicaciones de MAWIL de New Jersey.

© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

**Director Académico:** PhD. Jose María Lalama Aguirre

**Dirección Central MAWIL:** Office 18 Center Avenue Caldwell: New Jersey # 07006

**Gerencia Editorial MAWIL-Ecuador:** Mg. Vanessa Pamela Quishpe Morocho

**Editor de Arte y Diseño:** Lic. Eduardo Flores, Arq. Alfredo Díaz

**Corrector de estilo:** Lic. Marcelo Acuña Cifuentes



1<sup>RA</sup> EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

# ÍNDICE



## **CAPÍTULO I**

### **Generalidades, conceptos básicos y características**

<b>de rellenos sanitarios</b> .....	25
1.1 Generalidades .....	25
1.1.1 Introducción .....	25
1.2 Conceptos básicos .....	25
1.2.1 Clasificación de relleno sanitario .....	25
1.2.2 Sanitario Manual.....	26
1.2.3 Relleno Sanitario Semi-Mecanizado.....	26
1.2.4 Relleno Sanitario Mecanizado.....	26
1.2.5 Métodos constructivos en rellenos sanitarios .....	26
1.2.6 Método de Trinchera o Zanja .....	26
1.2.7 Método de áreas .....	28
1.2.9 Clausura del relleno sanitario.....	30
1.3 Características del relleno sanitario.....	32
1.3.1 Drenaje de aguas lluvias en la operación del relleno sanitario .....	32
1.3.2 Cunetas sobre el terreno natural .....	32
1.3.3 Cunetas Enchapadas.....	32
1.3.4 Cabezales y Vertederos de Mampostería de Piedra .....	33
1.3.5 Tragantes.....	33
1.3.6 Alcantarillas de tubo para drenaje pluvial.....	33
1.3.7 Tipo de tubería .....	34
1.3.8 Vías de acceso e interior del relleno sanitario .....	34
1.3.8.1 Vías de acceso en el interior del proyecto.....	34
1.3.8.2 Vías para circulación al interior de la cerca .....	34
1.3.8.3 Diseño de las vías de acceso .....	35
1.3.8.4 Diseño Geométrico Horizontal .....	35
1.3.8.5 Diseño Geométrico Vertical.....	36
1.3.8.6 Diseño de cobertura final.....	36
1.3.8.7 Mantenimiento de vías de acceso y circulación interna. ....	40
1.4 Opciones de recuperación y re inserción de un relleno sanitario .....	40
1.4.1 Recuperación.....	40

1.4.2 Reinserción.....	40
1.5 Suelos del relleno sanitario .....	42
1.5.1 Usos generales del suelo de un relleno sanitario .....	42
1.5.2 Cimentación .....	43
1.5.3 Cuerpo del Relleno Sanitario:.....	43
1.5.4 Celdas diarias .....	43
1.5.3 Variables que intervienen en el uso del suelo de un relleno sanitario .....	43
1.6 Uso de los rellos sanitarios despues del cierre tecnico .....	44
1.6.1 Usos que se dan a los rellenos sanitarios una vez ejecutado el cierre técnico .....	44
1.6.2 Ordenamiento territorial y uso del suelo .....	46
1.6.3 Gestión adecuada del uso del suelo y ordenamiento territorial .....	47
1.7 Especificaciones técnicas .....	47
1.7.1 Especificaciones técnicas.....	47
1.8 Controles posteriores al cierre del relleno sanitario .....	50
1.8.1 Controles posteriores al cierre del relleno sanitario .....	50
1.8.2 Mantenimiento de la capa de cobertura cuando existen agrietamientos. ....	50
1.8.3 Hundimientos y asentamientos diferenciales.....	51
1.8.4 Principios básicos de un relleno sanitario.....	51
1.8.5 Importancia de la cobertura.....	52
1.9 Limpieza y mantenimiento de drenajes de captación y tratamiento de lixiviados .....	52
1.9.1 Limpieza y mantenimiento de drenajes .....	52
1.9.2 Sistemas de captación.....	53
1.9.3 Tratamientos de lixiviados .....	53
1.10 Mantenimiento de chimeneas y quema de gas .....	62
1.10.1 Mantenimiento de chimeneas y quema de gas.....	62
1.10.2 Chimeneas y tubería para el drenaje activo .....	62
1.10.3 Incineración del gas después del drenaje activo .....	63
1.11 Mantenimiento de cerco perimetral y porton de ingreso .....	64
1.11.1 Mantenimiento de cerco perimetral y portón de ingreso. ....	64

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



1.11.2 Reforestación de las celdas antiguas y estabilizadas. .... 70

1.12 Monitoreo de aguas subterráneas, superficiales..... 73

1.12.1 Realizar monitoreo de aguas subterráneas, superficiales... 73

1.13 Áreas verdes generales ..... 75

1.13.1 Tipos de áreas verdes generales..... 75

1.13.2 Tipos de áreas verdes adecuadas para implantar en el uso del suelo de un relleno sanitario posterior a su cierre técnico..... 77

1.13.3 Tipos de árboles que se plantarían sobre un relleno sanitario ..... 79

1.14 Descripción y caracterización ambiental del area de estudio (relleno sanitario de Jipijapa) ..... 81

1.14.1 Descripción y caracterización ambiental del área de estudio (Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa). ..... 81

1.14.2 Aspectos físicos ..... 81

1.15 Sección 2ª.202 clases de carreteras y tipos de proyectos .... 86

1.15.1 Sección 2ª.202 Clases de carreteras y tipos de proyectos . 86

**CAPÍTULO II**

**Estudio de suelo** ..... 99

2.1.1 Tipos de investigación. .... 99

2.1.3 Población ..... 99

2.1.4 Muestra..... 99

2.1.5 Método de investigación ..... 100

2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos ..... 100

2.1.7 Técnicas ..... 100

2.1.8 Instrumentos..... 100

2.1 Levantamiento de la información ..... 100

2.2 Análisis de datos ..... 103

2.2.1 Descripción de resultados ..... 104

**BIBLIOGRAFÍA**..... 126

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

# ÍNDICE

TABLAS



de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



Tabla 1. Clasificaciones Generalizadas de Varios Tipos de Suelos para Uso como Materia de Recubrimiento de Rellenos Sanitarios.....	34
Tabla 2. Control de contaminación de las aguas superficiales /7/ .	70
Tabla 3. A.202-01 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA .....	84
Tabla 4. A.204-03 Radios mínimos y Grados máximos de Curvatura para distintas Velocidades de Diseño .....	90
Tabla 5. Evaluación subjetiva .....	99
Tabla 6. Evaluación por pesos .....	99
Tabla 7. Características y Zonificación del terreno a intervenir .....	100
Tabla 8. Características del área de aparcamiento .....	102
Tabla 9. Características del sector de infraestructura .....	104
Tabla 10. Características del sector deportivo .....	106
Tabla 11. Características del sector de vías .....	108
Tabla 12. Características del sector zona restringida (lagunas de lixiviados) .....	110
Tabla 13. Características del sector de repoblamiento vegetal.....	112

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

# ÍNDICE

IMAGENES



de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



Imagen 1. Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa .....	94
Imagen 2. Ubicación del terreno a intervenir .....	95
Imagen 3. Topografía actual del terreno a intervenir .....	96
Imagen 4. Estado actual del terreno a intervenir .....	96
Imagen 5. Zonificación del terreno a intervenir en el presente proyecto (Anexo Plano N°4).....	101
Imagen 6. Diseño de propuesta del proyecto (Anexo Plano N°5)..	101
Imagen 7. Topografía de área de aparcamiento.....	103
Imagen 8. Diseño del sector de aparcamiento (Anexo Plano N°3)	103
Imagen 9. Topografía del terreno correspondiente al área de infraestructura .....	105
Imagen 10. Diseño del sector de infraestructura (Anexo Plano N°3).....	105
Imagen 11. Topografía correspondiente al área deportiva.....	107
Imagen 12. Diseño del sector deportivo (Anexo Plano N°3) .....	107
Imagen 13. Topografía correspondiente al área de vías de acceso e internas y caminos peatonales.....	109
Imagen 14. Diseño del sector de vías (Anexo Plano N°2).....	109
Imagen 15. Topografía correspondiente al sector de laguna de lixiviados.....	111
Imagen 16. Diseño del sector de laguna de lixiviados.....	111
Imagen 17. Topografía correspondiente al sector de re poblamiento vegetal.....	113
Imagen 18. Diseño del sector de re poblamiento vegetal .....	113



1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

# ÍNDICE

FIGURAS





Figure 1. Ejemplo método de trinchera de diseño construcción y operación de rellenos sanitarios manuales .....	22
Figure 2. Esquema método de áreas, tomado de Diseño, Construcción y Operación de rellenos sanitarios manuales .....	23
Figure 3. Configuración final del relleno sanitario, tomado de Diseño, Construcción y Operación de rellenos sanitarios manuales .....	24
Figure 4. Proceso de clausura del relleno sanitario .....	25
( <a href="http://www.bvsde.paho.org">http://www.bvsde.paho.org</a> ).....	25
Figure 5. Uso de suelo y ordenamiento territorial .....	42
Figure 6. Tomada de documento de la Municipalidad de Jipijapa.	50
Figure 7. Tomada de documento de la Municipalidad de Jipijapa.	52
Figure 8. Mantenimiento de chimeneas y quema de gas.....	57
Figure 9. Chimenea con tubo perforado para drenaje pasivo y capuchón para incineración de biogás.....	59
Figure 10. Mantenimiento de cerco perimetral y portón de ingreso .....	60
Figure 11. Siembra de árboles en la zona de retiro perimetral.....	62
Figure 12. Caseta de control y almacenamiento de materiales.....	62
Figure 13. Letrina cuando el nivel freático se localice a poca profundidad Instalaciones Sanitarias .....	64
Figure 14. Tomado de documentos de la Municipalidad de Jipijapa .....	68
Figure 15 Indicaciones del tipo de plantas que se necesitarían sembrar en un relleno sanitario. ....	75
Figure 16. Arborización del relleno (sierra).....	79
Figure 17. Ventajas de un cerco vivo. ....	80
Figure 18. Arborización natural en los rellenos sanitarios de Loja y Macas .....	81
Figure 19. A.204-30 Longitud de transición, carril auxiliar y de incorporación. ....	92

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

# ÍNDICE

MUESTRAS



de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



Muestra 1. Área de explotación del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.....	114
Muestra 2. Área de explotación del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.....	114
Muestra 3. Área de celdas.....	115
Muestra 4. Celda n°1 del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.....	115
Muestra 5. Celda n°2 del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.....	116
Muestra 6. Área de laguna de lixiviados.....	116
Muestra 7. Piscinas de lixiviados del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.....	117
Muestra 8. Toma de puntos para georreferenciación con el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) .....	117
Muestra 9. Toma de puntos para georreferenciación con el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) .....	118

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

## **CAPÍTULO I** GENERALIDADES, CONCEPTOS BASICOS Y CARACTERISTICAS DE RELLENOS SANITARIOS



de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

## **1.1 Generalidades**

### **1.1.1 Introducción**

La disposición de los desechos sólidos en el suelo, generalmente no causa molestias ni peligro para la salud y tampoco a la seguridad pública porque se han implementado rellenos sanitarios de acuerdo a sus características geotécnicas; esta práctica no perjudica el ambiente 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 así reducir su volumen lo máximo posible; además prevé los problemas que puedan causar los líquidos y gases producidos en el relleno, por efecto de la descomposición de los desechos sólidos.

Entre los profesionales dedicados al área de tratamiento de residuos existe el consenso de que los rellenos sanitarios son uno de los medios más adecuados para la disposición de los residuos sólidos urbanos (RSU).

En la actualidad se considera a los Rellenos Sanitarios como una solución práctica, económica y sanitaria para disponer los residuos sólidos. A esta solución se llega después de muchos años en los cuales se utilizaron otras metodologías de disposición, las que presentaban como común denominador una gran contaminación del medio ambiente. Chile, conjuntamente con Brasil, pioneros en Latinoamérica, habiéndose más que duplicado el número de rellenos en los últimos 15 años. (Oliver Acosta, 2015)

## **1.2 Conceptos básicos**

### **1.2.1 Clasificación de relleno sanitario**

De acuerdo al Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final del Material Orgánico. Los rellenos sanitarios se clasifican en:

### **1.2.2 Sanitario Manual**

El esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realiza mediante el uso de herramientas simples como rastrillos, compactadores manuales, entre otros y la capacidad de operación diaria no excede las 20 toneladas de residuos. Se restringe su operación en horario nocturno.

### **1.2.3 Relleno Sanitario Semi-Mecanizado**

La capacidad máxima de operación diaria no debe exceder las 50 toneladas de residuos y los trabajos de esparcido, compactación y cobertura de los residuos se realizan con el apoyo de equipo mecánico, siendo posible el empleo de herramientas manuales para complementar los trabajos del confinamiento de residuos.

### **1.2.4 Relleno Sanitario Mecanizado**

La operación se realiza íntegramente con equipos mecánicos del tipo tractor de oruga, como los cargadores frontales y, su capacidad de operación diaria es mayor a las 50 toneladas. (Jipijapa M. d., 2015)

### **1.2.5 Métodos constructivos en rellenos sanitarios**

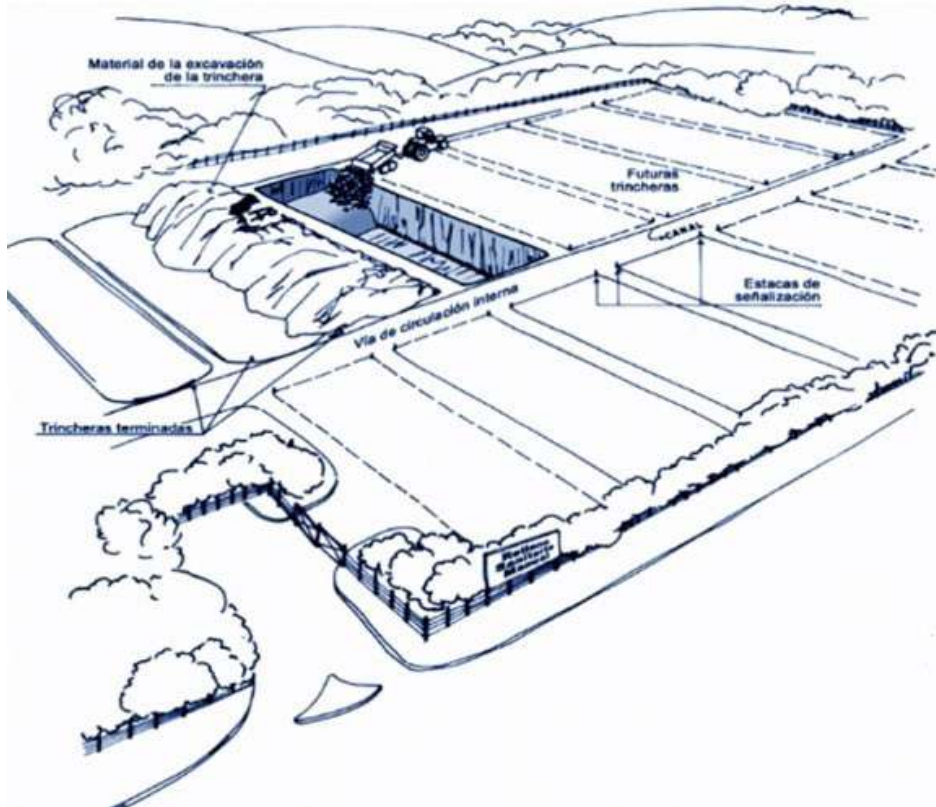
El método constructivo y la secuencia de operación de un relleno sanitario están determinados principalmente por la topografía del terreno, aunque también depende de la fuente de material y de la profundidad del nivel freático. Existen dos maneras distintas para construir un relleno sanitario. (Fabara, 2016)

### **1.2.6 Método de Trinchera o Zanja**

Este método se utiliza en regiones planas y consiste en excavar periódicamente zanjas de dos o tres metros de profundidad, con el apoyo de una retroexcavadora o tractor de oruga. Es de anotar que existen experiencias de excavación de trincheras de hasta 7,0 m de profundidad para un relleno sanitario. La tierra que se extrae, se coloca a un lado de la zanja para utilizarla como material de cobertura. Los desechos sólidos se depositan y acomodan dentro de la trinchera para luego compactarlos y cubrirlos con tierra.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

Se debe tener cuidado en épocas de lluvia dado que las aguas pueden inundar las zanjas, por lo tanto, se deben construir canales perimetrales para captarlos y desviarlos e incluso proveerlos de drenajes internos. En casos extremos puede requerirse el bombeo de agua acumulada. Las paredes longitudinales de las zanjas tendrán que ser cortadas de acuerdo con el ángulo de reposos del suelo excavado. (Fabara, 2016)



**Figure 1.** Ejemplo método de trinchera de diseño construcción y operación de rellenos sanitarios manuales.

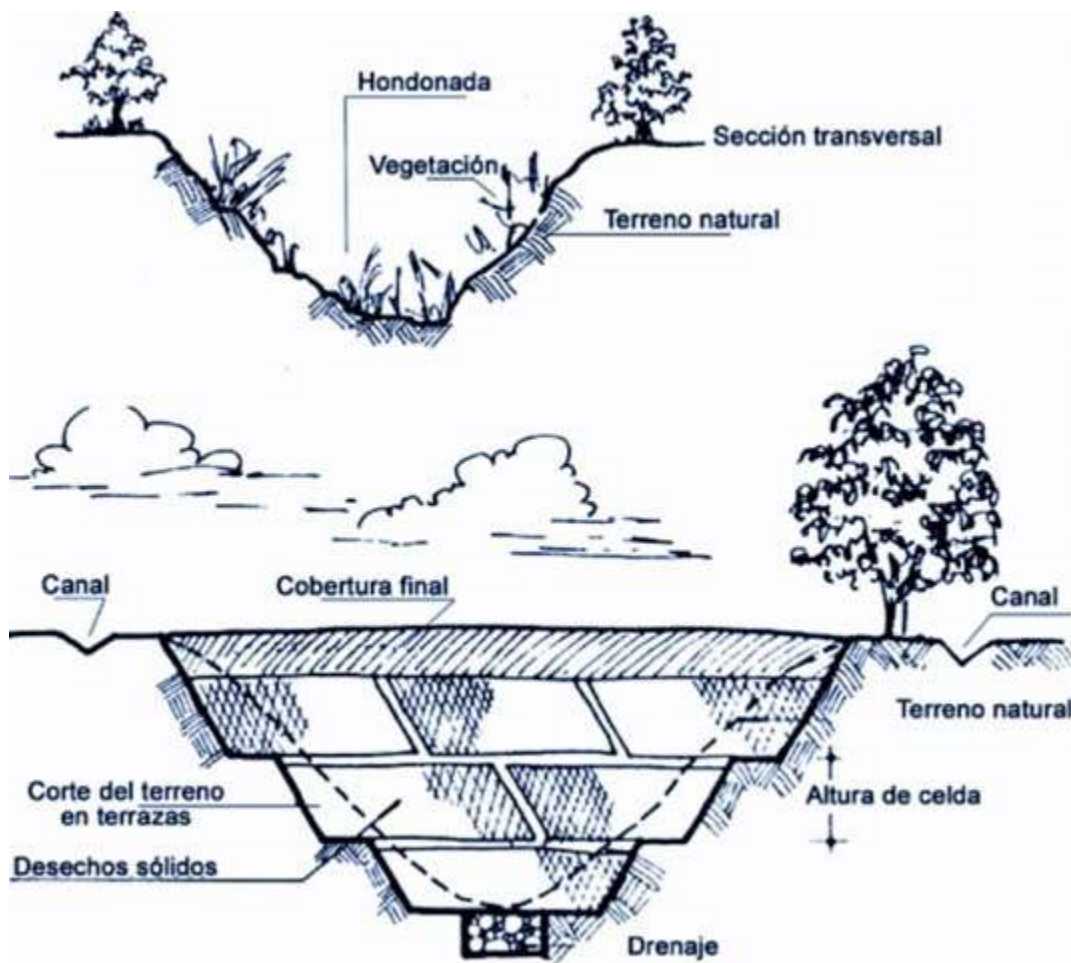
**Fuente:** (<http://www.bvsde.paho.org>)

### 1.2.7 Método de áreas

En áreas relativamente planas, donde no sea factible excavar fosas o trincheras para enterrar las basuras, éstas pueden depositarse directamente sobre el terreno natural, elevando el nivel algunos metros. En estos casos, el material de cobertura deberá ser recolectado de otros sitios o de ser posible extraído de la capa superficial. En ambas



condiciones, las primeras se construyen estableciendo una pendiente suave para evitar deslizamientos y lograr una mayor estabilidad de la masa de residuos a medida que se eleva el relleno. (Fabara, 2016)



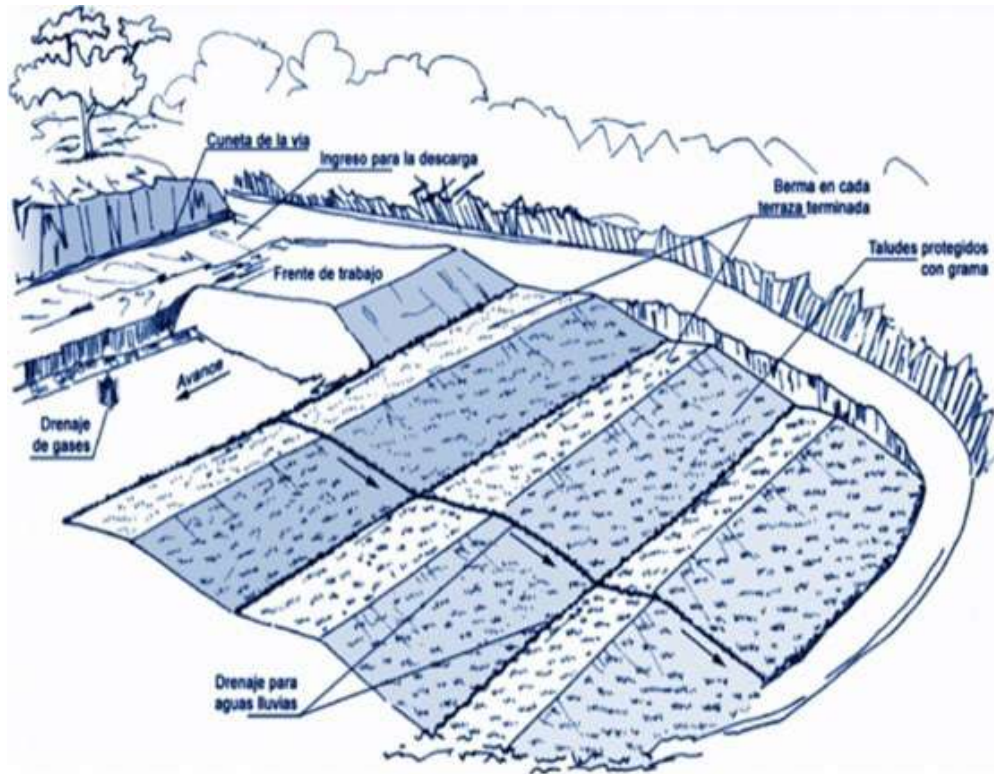
**Figure 2.** Esquema método de áreas, tomado de Diseño, Construcción y Operación de rellenos sanitarios manuales.

**Fuente:** (<http://www.bvsde.paho.org>)

Se adopta también como sitios de relleno depresiones naturales o canteras abandonadas de algunos metros de profundidad. El material de cobertura se excava de las laderas del terreno. La operación de descarga y construcción de las celdas debe iniciarse desde el fondo hacia arriba.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

El relleno se construye apoyando las celdas en la pendiente natural del terreno, es decir, la basura se vacía en la base del talud, se extiende y apisona contra él, y se recubre diariamente con una capa de tierra de 0,1 a 0,2 m de espesor; se continua la operación avanzando sobre el terreno, conservando una pendiente suave de unos 30 grados en el talud y de 1 a 2 grados en la superficie.



**Figure 3.** Configuración final del relleno sanitario, tomado de Diseño, Construcción y Operación de rellenos sanitarios manuales.

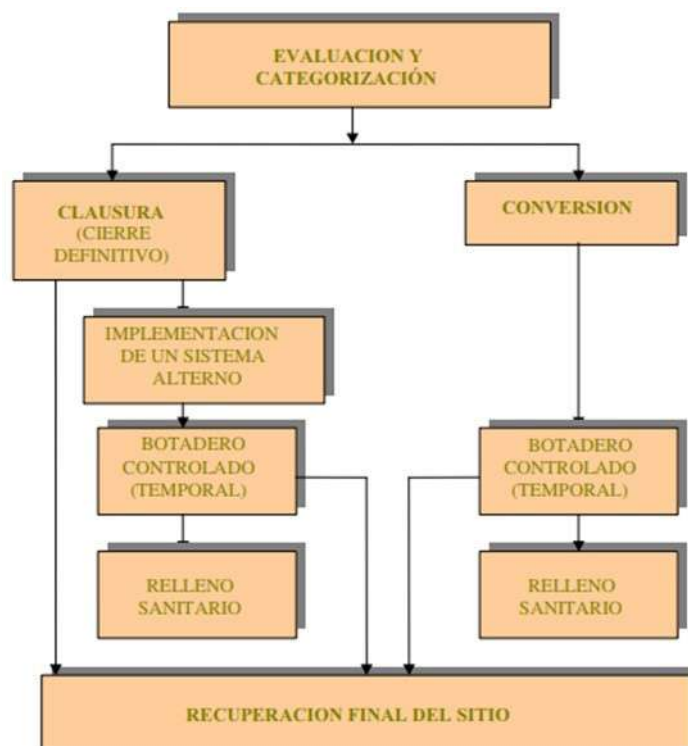
**Fuente:** (<http://www.bvsde.paho.org>)

Es necesario mencionar que, dado que estos dos métodos de construcción de rellenos sanitarios tienen técnicas similares de operación, pueden combinarse lográndose un mejor aprovechamiento del terreno del material de cobertura y rendimientos en la operación.

La utilización de material de cobertura tiene como finalidad aislar los residuos de su entorno, ya sea impidiendo la salida indiscriminada de flujos gaseosos no controlados hacia el exterior, o cortando la infiltración de agua de escorrentía hacia el cuerpo de residuo, o actuando como barrera ante la posible acción de animales como insectos, roedores y aves. (Fabara, 2016)

### 1.2.9 Clausura del relleno sanitario

En el proceso de clausura de un botadero se debe tener en consideración lo siguiente:



**Figure 4.** Proceso de clausura del relleno sanitario.

**Fuente:** (<http://www.bvsde.paho.org>)

#### 1) Evaluación y categorización del botadero

Comprenderá la evaluación general del botadero y su área de influencia de acuerdo con criterios técnicos, sociales y ambientales, y las metodologías descritas en este documento. La evaluación tendrá como

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

resultado dos alternativas: la clausura con cierre definitivo o la conversión. (Arias, 2015)

## **2) Clausura - con cierre definitivo**

Si el vertedero es clasificado como de alto riesgo se le deberá clausurar y recuperar el sitio. Para ello se tendrá en consideración el tipo de cobertura general, el sistema de control y monitoreo y el uso final del sitio. Es de suma importancia prever un sitio alternativo y adecuadamente implementado para disponer los residuos sólidos. No se debe clausurar el vertedero si no hay una alternativa para la disposición final de los desechos sólidos porque el problema persistirá. (Arias, 2015)

## **3) Conversión de un botadero**

Durante la conversión de un vertedero a un relleno sanitario (temporal o definitivo) se deberán tener presentes el confinamiento de los residuos, el control de olores, la vida útil proyectada, la adecuación del terreno, el control de fauna nociva, la reubicación de los recicladores y el plan operativo del sistema de disposición final.

Se recomienda convertir el vertedero en un relleno sanitario definitivo de acuerdo con los requerimientos de la Dirección General de Saneamiento del Ministerio de Salud, puesto que es la única manera de garantizar que no se producirán efectos negativos en el ambiente ni en la salud.

Otras consideraciones para la clausura y conversión de un relleno sanitario, son:

- Hacer de conocimiento público la clausura del relleno sanitario y advertir que no se permitirá la disposición de residuos sólidos en el lugar. Este proceso se debe realizar con la participación de la población y la municipalidad.
- Informar a la población acerca de las sanciones que se aplicarán a quienes infrinjan las normas, ya sea durante la clausura o la conversión del relleno sanitario.

- Realizar calicatas para conocer el tipo de residuo que esta almacenando en el vertedero y averiguar con la población local sobre la antigüedad del relleno sanitario y los problemas sociales que se puedan generar al clausurar o convertir el relleno sanitario.
- Sanear la situación legal del sitio con participación de la Dirección General de Saneamiento del Ministerio de Salud.
- Llevar a cabo un programa de eliminación de insectos, roedores y artrópodos de acuerdo con las indicaciones de la autoridad de salud, como fase previa a la clausura o conversión del relleno sanitario.

### **1.3 Características del relleno sanitario**

#### **1.3.1 Drenaje de aguas lluvias en la operación del relleno sanitario**

#### **1.3.2 Cunetas sobre el terreno natural**

Las cunetas sobre el terreno natural se refieren a las cunetas existentes a la orilla del camino, éstas deberán ser conformadas de la forma en cómo lo indican los planos, a fin de evacuar la escorrentía de aguas lluvias que por la zona transite. La conformación deberá ser tal que se logre una superficie bien acabada y confinada en la cuneta, de modo que permita rápidamente el flujo de aguas lluvias para evitar la infiltración de la misma. El cuneteo se podrá efectuar con motoniveladora o manualmente como lo apruebe el representante del órgano de contratación. (Carlos J. González, 2019)

#### **1.3.3 Cunetas Enchapadas**

Las cunetas enchapadas deberán ser construidas conforme a lo indicado en los Planos, éstas se enchaparán con piedra de cara plana con espesor de más o menos 10 centímetros, las cuales se colocarán sobre una base de mortero de cemento-arena en una proporción de 1:4 y éste a su vez sobre una cama de arena a fin de evitar la contaminación del mortero o la pérdida de humedad del mismo por estar en contacto directo con el terreno natural. (Cantos, 2018)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

.....

#### **1.3.4 Cabezales y Vertederos de Mampostería de Piedra**

Los cabezales y vertederos se deberán construir con mampostería de piedra, la cual estará compuesta de varios materiales como piedra, cemento, arena y agua. Dichos materiales y el mortero deberán cumplir con las especificaciones generales. Todos los materiales deberán ser aprobados por el representante del órgano de contratación y construidos acordes a lo indicado en los Planos. (Cantos, 2018)

#### **1.3.5 Tragantes**

Los tragantes para el sistema de drenaje pluvial deberán construirse conforme a lo indicado en los Planos, con mampostería de piedra o como lo indique el representante del órgano de contratación, en base a las dimensiones contempladas en el diseño del plano referido. Este ítem consistirá de todas las actividades para la obtención de los tragantes a ser ubicados conforme a los lineamientos y dimensiones descritas en los planos. (Cantos, 2018)

#### **1.3.6 Alcantarillas de tubo para drenaje pluvial**

Las alcantarillas deberán construirse de la forma y con los materiales como se indican en los Planos. La tubería a utilizar será de 250mm de diámetro y será del tipo ADS o la que indique el representante del órgano contratante y de 15, 18 y 24 pulgadas de diámetro para tubería de concreto conforme lo indicado en los planos o como lo indique el representante del órgano de contratación. Todas las alcantarillas deberán cumplir con los requisitos de alineamiento, dimensión y ubicación requerida en los planos y a los mencionados en las especificaciones generales del tipo de tubería descrito a continuación:

#### **1.3.7 Tipo de tubería**

Se deberá utilizar tubería tipo Hancor Sure Lok F-477 o producto similar, comprobado a través de su especificación, con sello o empaque elastomérico. Para los drenajes de lixiviados y donde se indique en los planos y en las especificaciones particulares del proyecto. Para las alcantarillas del sistema de drenaje pluvial la tubería deberá ser de la

calidad y dimensiones especificadas en los planos, deberá ser del tipo ADS o similar y de concreto del diámetro indicado o como lo indique el representante del órgano de contratación.

Los tubos deberán ser inspeccionados antes de su instalación. Los tubos de mala calidad, usados, dañados o defectuosos no se deberán utilizar en el proyecto. (Cantos, 2018)

### **1.3.8 Vías de acceso e interior del relleno sanitario**

#### **1.3.8.1 Vías de acceso en el interior del proyecto**

Para la operatividad del relleno sanitario se han determinado vías de acceso secundarias para tránsito vehicular, dentro del terreno del proyecto y para accesos provisionales o temporales en el relleno sanitario propiamente dicho.

#### **1.3.8.2 Vías para circulación al interior de la cerca**

Por el carácter de provisionales, las vías de circulación internas podrán ser únicamente lastradas, de un ancho máximo de 8 m, requiriéndose para su construcción de muy pocos cortes y rellenos, debido a que el área es en general plana.

Previo al trabajo de lastrada, la superficie del terreno debe ser compactada con rodillo pata de cabra de 20 toneladas, igualmente al colocar el lastre, que se considera debe ser en una capa no mayor de 0.30m, que debe ser compactada. Debido a la constante presencia de maquinarias, estas vías tendrán que ser periódicamente mantenidas. (Carlos J. González, 2019)

Las vías internas servirán para intercomunicar las áreas de: compostaje, reciclaje, administración y guardianía, la pirámide 1 y el sector donde se colocarán los desechos peligrosos; pudiéndose también habilitar accesos lastrados hasta las piscinas de lixiviados. (Carlos J. González, 2019)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



### **1.3.8.3 Diseño de las vías de acceso**

#### **Consideraciones Generales**

Debido a que esta vía está dentro del ámbito urbano y que al momento ya existen tramos de calles, definidas en los asentamientos del sector, se considera que la vía de acceso al Relleno Sanitario debe ser una calle que integre los tramos ya existentes, de modo que la vía sea relativamente recta con pequeñas deflexiones que se ajusten a las calles. Por tratarse de una calle urbana, el diseño debe ser apropiado para calles, con un pavimento para tráfico pesado, por lo cual no se considera el TPDA. Como existe una variación entre 6 y 14 m en el ancho de las calles existentes, se asume para efecto de este diseño un ancho de 8m. Debido a que la calle atraviesa por terreno natural y que el sistema de drenaje es transversal al eje longitudinal, el diseño se ajusta a dichas condiciones, por lo que el diseño geométrico vertical contempla depresiones y elevaciones de mínima pendiente. De esta manera, afecta la velocidad de diseño de la calle (siendo esta no mayor a 40 Km./hora, por ser área urbana, lo cual se logra mediante pequeños cortes, sin rellenos). Toda la vía está por encima de la cota de inundación del sector. (Carlos J. González, 2019)

#### **1.3.8.4 Diseño Geométrico Horizontal**

Se ajusta a las calles constantes en los planos municipales aprobados por el Departamento de Planeamiento Urbano, actualmente existentes, con ciertas variaciones debido a la construcción de algunas viviendas. El tramo final desde la abscisa 1+380, donde no existe ninguna construcción, ni planos en proceso de aprobación por parte del Municipio, se propone sea recto, hasta llegar a la puerta de ingreso al sitio del proyecto, teniendo una longitud de 500 m.

#### **1.3.8.5 Diseño Geométrico Vertical**

Teniendo en cuenta la topografía del terreno y en particular la presencia de pequeñas hondonadas que conducen pequeños caudales transversales a la vía, cuando ocurren lluvias intensas, se considera que la calle debe tener pequeñas pendientes. (Carlos J. González, 2019)



### **1.3.8.6 Diseño de cobertura final**

En la mayoría de los planes de clausura de rellenos sanitarios, el material de cubierta es uno de los aspectos más importantes. Por lo anterior, debe estar sujeto a una constante y estricta supervisión, tanto en los aspectos de construcciones, como de mantenimiento.

La cobertura final como ya se ha mencionado, es una capa de material térreo que se coloca sobre la superficie de las capas o plataformas en sus taludes finales. Como la operación va a constar de cuatro etapas y están estarán conformadas de la siguiente manera:

Etapa Uno:                      Trinchera  
Terraza 1  
Terraza 2  
Terraza 3

Etapa Dos:                      Trinchera  
Terraza 1  
Terraza 2  
Terraza 3  
Terraza 4  
Terraza 5

Etapa Tres:                      Trinchera  
Terraza 1  
Terraza 2  
Terraza 3  
Terraza 4

Etapa Cuatro:                      Trinchera  
Terraza 1  
Terraza 2  
Terraza 3  
Terraza 4  
Terraza 5

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

Etapa Envolvente:      Plataforma 1  
Plataforma 2

La operación se iniciará por la trinchera luego en las terrazas y plataformas, tendrá una su orientación de suroeste a noroeste y de sureste a noroeste y por consiguiente las plataformas tendrán esta misma orientación de celdas diarias. Lo anterior deberá ser checado en los planos de Diseño Geométrico del Relleno Sanitario y Clausura. (Cantos, 2018) Durante la vida útil del Relleno Sanitario del Cantón Jipijapa, se va a tener como cobertura intermedia 0.30 m y 0.40 m de espesor para la cubierta final. Ésta cubierta deberá satisfacer las siguientes funciones principales:

- a. Controlar el Esguerrimiento de Agua Pluvial
  - Minimizar la infiltración
  - Disminuir la erosión
- b. Controlar el Flujo de Biogás.
  - Dirigiendo el flujo hacia los pozos de captación
  - Facilitando el monitoreo de la calidad el Biogás
- c. Soportar la Cubierta Vegetal.
- d. Evitar la Saturación de Humedad en los Residuos Sólidos
- e. Minimizar la Proliferación de Fauna Nociva (moscas, roedores, etc.), así como controlar la atracción de animales.
- f. Operar Adecuadamente durante la Clausura de Otras Zonas.
- g. Disminuir el impacto Visual Negativo al Medio Ambiente.
  - Evitando la dispersión de papeles.
  - Controlando los malos olores
  - EsTablaciendo una apariencia agradable del sitio
- h. Minimizar los posibles incendios
  - Confinando los materiales fáciles de incendiarse
  - Controlando y disminuyendo la entrada de oxígeno

Los parámetros de diseños típicos para la cobertura incluyen:

- Configuración del diseño.
- Permeabilidad final.
- Pendiente superficial
- Método de recuperación tras producirse asentamientos en el relleno sanitario.
- Estabilidad de la pendiente bajo cargas estáticas y dinámicas.

Como ya se ha mencionado, una de las características más importantes del material de cubierta es limitar al máximo e incluso impedir, que una gran cantidad de agua pudiera filtrarse. (Google, 2015)

En la tabla 14.1 se presenta una clasificación generalizada de varios tipos de suelos para uso como material de recubrimiento de rellenos sanitario.

**Tabla 1.** Clasificaciones Generalizadas de Varios Tipos de Suelos para Uso como Materia de Recubrimiento de Rellenos Sanitarios.

FUNCIÓN	GRAVA LIMPIA	GRAVA LIMO ARCILLOSA	ARENA LIMPIA	ARENA LIMO ARCILLOSA	LIMO	LIMO ARCILLA
Evita que los roedores saquen suelo o hagan túneles.	G	F-G	G	P	P	P
Impide la salida de moscas.	P	F	P	G	G	E
Minimiza la entrada de la humedad al relleno.	P	F-G	P	G-E	G-E	E
Minimiza la salida de gas a través de la cubierta del relleno.	P	F-G	P	G-E	G-E	E
Da una apariencia agradable y controla el vuelo de papeles.	E	E	E	E	E	E
Soporta la vegetación.	P	G	P-F	E	E	F-G
Favorece la evacuación del biogás.	E	P	G	P	P	P

E, excelente; G, bueno; F, regular; P, pobre;

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



### **Excepto cuando hay grietas a lo largo de toda la cubierta**

Después de haber seleccionado el suelo a utilizar para la cobertura de los residuos sólidos, es necesario tomar en cuenta algunas recomendaciones en la colocación y manejo del material, con el objeto de mejorar sus propiedades y características. El procedimiento más usual para mejorar las propiedades de impermeabilidad del material de cobertura durante su manejo y colocación en la obra es:

#### **Adición de Bentonita Comercial**

Se puede evaluar anticipadamente el rendimiento de la cobertura del relleno sanitario sometiendo el diseño final a un análisis de ingeniería sobre la consolidación del suelo, la estabilidad de la pendiente y las cargas superficiales del lugar. Quizás se tengan que modificar los materiales naturales y sintéticos utilizados en el diseño de la cobertura final, para solucionar los problemas de rendimiento. (Varios, 2014)

#### **1.3.8.7 Mantenimiento de vías de acceso y circulación interna**

Posterior al cierre del relleno sanitario se debe realizar mantenimiento de las vías principales, de forma de poder acceder a las celdas y verificar que no existan agrietamientos, así mismo poder acceder a la infraestructura que funcionara durante muchos años (aproximadamente 20 años) posteriores al cierre, canales pluviales, drenes de captación y conducción de lixiviados, planta de tratamiento de lixiviados, chimeneas en las plataformas de residuos sólidos. Este mantenimiento deberá ser mínimamente 1 vez al año, en preferencia antes de las épocas de lluvia, para mitigar cualquier contingencia en el relleno sanitario ya cerrado. (Jipijapa O. M., 2015)

### **1.4 Opciones de recuperación y reinserción de un relleno sanitario**

#### **1.4.1 Recuperación**

Después del cierre técnico de un relleno sanitario pasa por la fase de recuperación, reduciendo los riesgos ambientales hasta hacerlos compatibles con el nuevo uso, y su reinserción, preparando el terreno e

incorporando los elementos que albergará. Para recuperar los depósitos existen distintas estrategias. Las necesidades son diferentes dependiendo del tamaño de este, su historia, la sensibilidad del entorno y el valor del terreno en que se asienta. Las opciones para considerar varían, por ejemplo, ante un antiguo microvertedero no controlado situado en un área rural o un gran vertedero urbano rodeado por asentamientos de población. Existen tres normas básicas para recuperar el terreno: aislar los residuos sólidos para evitar emisiones incontroladas de contaminantes, retirar los desechos sólidos para su tratamiento o depósito en otro lugar, o tratarlos in situ hasta reducir sus potenciales impactos a niveles admisibles. (Amaya LOBO GARCÍA DE CORTÁZAR, 2016)

#### **1.4.2 Reinserción**

Para las labores de mantenimiento y seguimiento sobre el cierre técnico de un relleno sanitario es necesario que el terreno donde se asiente el vertedero una vez clausurado debe y tiene que ser compatible con los procesos que este sufrirá con el tiempo y con las medidas previamente ya instaladas. Más allá de la integración paisajística del lugar, introduciendo una cobertura de suelo y siembra de especies herbáceas, desde hace más de medio siglo se han desarrollado prácticas exitosas de reinserción de vertederos para usos muy variados. Entre los procesos que más condicionan el uso final del terreno se encuentran los de asentamiento de los residuos. La implantación de obras de cargas pesadas, con reparto puntual de cargas sobre la superficie, puede dar lugar a asientos diferenciales que provoquen el fallo de la estructura. Por eso el uso más común de rellenos reinsertados es recreativo, como parque o campo deportivo (fútbol, béisbol, golf). Existen numerosos ejemplos en Iberoamérica, como el parque La Cañamera, en Santiago de Chile, el polideportivo Perez Perazo en Quito (Ecuador) o el parque Los Ensueños, en Barranquilla (Colombia). Con una cobertura apropiada y un sistema suficiente de control de emisiones, también es posible destinar el “nuevo” lugar para cultivo agrícola, como uno de los ejemplos que se presentan a continuación, o el Fundo La Gloria, creado en

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

Limache (Chile). Otra opción, especialmente buscada en áreas que han quedado inmersas en la zona urbana, es el uso como estacionamiento vehicular (caso del vertedero Macul, en Santiago de Chile), zona comercial (como el centro de la Ciudad Jardín Bicentenario en Ciudad Nezahualcóyotl, México, situada sobre el antiguo tiradero de Neza), vía de comunicación, o como polígono industrial con asentamiento de naves. Un planteamiento creciente en los últimos años es el del uso de antiguos botaderos de basura como parques de generación de energía renovable. Se trata de aprovechar la localización de estos lugares, cercanos a vías de comunicación y otras infraestructuras, y el escaso valor del suelo que ocupan, para transformar el pasivo ambiental en un activo valioso, teniendo en cuenta sobre todo la demanda energética actual. Existen ya varias experiencias en el mundo de colocación de paneles fotovoltaicos sobre la cobertura.

Para evitar la necesidad de cimentar las placas se han desarrollado láminas flexibles que simplemente quedan apoyadas sobre la superficie, adaptándose a deformaciones en el tiempo. En los países de iberoamérica esta solución todavía no está extendida. En España se están aprobando últimamente algunos proyectos de sellado con esta solución, como el de parte del botadero de Salto del Negro, en Canarias, al tiempo que se desarrollan proyectos para optimización de esta tecnología, como el Proyecto Itzulbide.

Estas soluciones son particularmente ventajosas al aplicarlas en botaderos con sistemas de aprovechamiento del gas que se genera, porque se puede aplicar gran parte de la infraestructura eléctrica instalada para este último, e ir implantando el sistema de energía solar a medida que se va reduciendo la generación del gas.

Otra opción en la misma línea es instalar generadores eólicos sobre el botadero. Este caso es más complejo, pues se debe preparar el botadero para que la cimentación de los generadores sea segura, pero ya existen experiencias exitosas, como la del botadero de Frey Hill

en Pensilvania, donde se instalaron dos turbinas de 1.6 MW. (Amaya LOBO GARCÍA DE CORTÁZAR, 2016)

## **1.5 Suelos del relleno sanitario**

### **1.5.1 Usos generales del suelo de un relleno sanitario**

El predio dispuesto por las Municipalidades para desarrollar este proyecto está constituido por un Terreno con un área total de 30 has., el cual para efecto de hacer operativo el terreno y optimizar de la mejor manera su uso, se lo ha distribuido así:

- Área utilizada para Relleno Sanitario = 12.60 has
- Área para Producción de Compost = 1.80 has
- Guardianía, administración, talleres, reciclaje, semillero = 1.50 has
- Vías para la Operación del proyecto = 0.30 has
- Área de drenaje natural, no intervenida = 8.50 has
- Franja de área verde perimetral al total del terreno = 1.80 has
- Áreas verdes a ser generadas mediante Compost = 3.50 has

### **1.5.2 Cimentación**

Es la base sobre la cual se desarrollará el cuerpo de relleno sanitario. Se ha planteado en el presente proyecto disponer de dos áreas para cimentar dos cuerpos de relleno. También se ha considerado disponer de una tercera superficie (pequeña) destinada exclusivamente a desechos peligrosos. La cota de cimentación de estas tres obras es la 6.00 m. (Varios, 2014)

### **1.5.3 Cuerpo del Relleno Sanitario:**

Debido a que el terreno es plano, se han diseñado dos cuerpos de pirámide truncada de cuatro lados, denominados Pirámide 1 y Pirámide 2. Los cuerpos piramidales tienen dos secciones: una confinada, que se logra excavando un cubeto desde la cota 8 hasta la cota 6; y otra superficial, que es la más alta y que forma la pirámide propiamente dicha. Las pirámides se construirán por niveles. (Varios, 2014)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

.....

#### **1.5.4 Celdas diarias**

Son los cuerpos de basura que se depositarán diariamente, y que serán cubiertos por capas de suelos de 0.20 m de espesor. Las características geométricas y dimensiones están en función de la estructura general del relleno, de su ubicación y disposición en los diferentes sitios de pirámide, sin embargo, no varían en los diferentes niveles. (Varios, 2014)

#### **1.5.3 Variables que intervienen en el uso del suelo de un relleno sanitario**

Las variables que se tomaron en cuenta cumplen con la condicionante de la representatividad especial, por esta razón la selección, recolección y definición adecuada de las variables aportan la información requerida para cumplir el objetivo de la investigación, sino que permiten visualizar previamente la validez del enfoque metodológico propuesto y el tipo de análisis espacial que se requiere. (Meza Olmedo, 2015). Sustentado por la topografía local por lo que se consideraron las siguientes variables:

- Pendiente del terreno
- Cobertura y uso del suelo
- Altimetría y Vías de acceso
- Construcciones de áreas verdes

### **1.6 Uso de los rellos sanitarios despues del cierre tecnico**

#### **1.6.1 Usos que se dan a los rellenos sanitarios una vez ejecutado el cierre técnico**

Al final de la vida útil del relleno sanitario se tendrán diferentes niveles del terreno, ya que la topografía del sitio será irregular, considerando la totalidad de las celdas. Sin embargo, dentro de cada una de estas áreas se tendrá una superficie relativamente plana. (Cantos, 2018)

En el caso del relleno sanitario, se considera que la alternativa más indicada para uso final del sitio será como áreas para reforestación, la cual cumplirá la función de “pulmón” para la zona, existiendo varias razones para esta afirmación:



- En primer lugar, no se recomienda la creación de zonas habitacionales, tanto por los asentamientos diferenciales, como por la topografía del sitio y la constante generación de biogás, que puede ser peligroso por su toxicidad.
- Por otro lado, la zona donde se enclava el relleno sanitario se encuentra alejada del área urbana, por lo que es apropiado este uso final para el municipio.
- Se cuenta con el certificado de uso de suelo del predio, proporcionado por el Municipio del Cantón Jipijapa, en el cual se establece Uso Forestal.

Ahora bien, de acuerdo al proyecto se colocarán arbustos o cercos vivos en la zona de amortiguamiento durante la vida útil del relleno sanitario. Estas zonas verdes contrarrestarán significativamente los problemas derivados de la generación de biogás y mejorarán el aspecto estético de la superficie final.

Para rescatar el ambiente paisajístico es necesario sembrar plantas de raíces cortas, césped y grama. Después de la colocación de la capa final es pasto crece espontáneamente esto generalmente suele suceder en muchos casos.

Adicionalmente las áreas de amortiguamiento serán densamente arboladas, bajo este concepto se podrá integrar el predio al paisaje y ecosistema local después de brindar un servicio indispensable como lo es la disposición de residuos sólidos. Es importante hacer notar que una vez clausurado el relleno no podrá ser destinado a usos que impliquen construcción pesada en su superficie, como casas habitacionales, oficinas, comercios o industrias, sobre la superficie del vertedero, debido a su poca capacidad para soportar obras de grandes magnitudes, además de los problemas que pueden ocasionar los hundimientos y la generación de gases, limitándose a conservar su calidad de área verde, aprovechando el terreno con fines forestales y desarrollando programas de recuperación paisajística y social.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

La arborización del relleno sanitario es un tema muy importante. Después del cierre final se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre la colina artificial entera. La arborización del relleno sanitario ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales, además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de las emisiones. El eucalipto, el cedro o el pino pueden también ser utilizados para producir los palos y estacas necesarios para la construcción de chimeneas. (Gongora Perez, 2014). Algunas características favorables de la arborización son las siguientes:

- Alivia la carga de viento a las diferentes construcciones.
- Producción de olores agradables
- Mejoramiento sustancial del aspecto paisajístico
- Absorción de aguas lixiviadas producidas en los taludes
- Depuración biológica de emisiones gaseosas
- Estabilización de los taludes
- Protección del suelo

Es importante tener en cuenta que cualquier tipo de vegetación que se adapte a la zona de vida del relleno sanitario, permitirá mejorar en algún grado las propiedades físicas del suelo, lo que facilitará el control de la erosión que se pueda presentar en el lote del relleno sanitario a clausurar; sin embargo, si se establecen otras plantaciones diferentes a las recomendadas, se debe tener en cuenta la adaptabilidad de la especie a la zona de vida y al sitio específico, en función de sus características: pendiente, profundidad, uso que se le dio como sitio receptor de los residuos sólidos generados en el municipio, entre otros.

Finalmente es necesario considerar las propuestas planteadas en el Plan de Desarrollo y Plan de Ordenamiento Territorial 2012-2022 del cantón Jipijapa para esta zona:

- Desarrollar una ruta de ecoturismo, que buscará incentivar las actividades de promoción eco turístico a través de senderos miradores e infraestructura para actividades de aventura.

- Desarrollar un Plan de Manejo de las áreas protegidas municipales para la protección de la biodiversidad.

### **1.6.2 Ordenamiento territorial y uso del suelo**

Se puede definir como el uso del suelo y ordenamiento territorial a la gestión adecuada del territorio, incorporando y valorando los potenciales usos que puedan otorgarse al recurso suelo, tanto en la planificación de nuevos centros urbanos y la incorporación de restricciones al territorio como son zonas de riesgos naturales, zonas de inundaciones, riesgos volcánicos, deslizamientos de tierra, entre otros. (Jaramillo, 2017)

### **1.6.3 Gestión adecuada del uso del suelo y ordenamiento territorial**

Una gestión exitosa del uso de suelo y ordenamiento territorial deberá considerar una evaluación ambiental estratégica, a modo de considerar todas las especialidades y diversos puntos de vista para incorporar las variables más relevantes para un adecuado proceso de ordenamiento territorial. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

Sin duda llegar a determinar un adecuado uso del suelo, es una tarea compleja y requiere de un consenso, de acciones complejas y también de incorporar una legislación adecuada y actualizada para valorar y preservar adecuadamente los recursos naturales del país.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Figure 5.** Uso de suelo y ordenamiento territorial.

**Fuente:** <https://www.grn.cl/cambio-uso-suelo/uso-del-suelo-y-ordenamiento-territorial.html>

## **1.7 Especificaciones técnicas**

### **1.7.1 Especificaciones técnicas**

Estas Especificaciones servirán de guía para el suministro de materiales para la instalación eléctrica permanente, así como de artefactos de iluminación.

No obstante, antes de su instalación, todo el material, los artefactos y su equipamiento, deberá ser aprobado por el Fiscal de Obras. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

### **Equipos y Accesorios de M.T**

Toda esta parte de la instalación eléctrica, deberá ejecutarse con materiales que se ajusten a las Especificaciones Técnicas de ANDE. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

### **Cables subterráneos de B.T**

Estos cables deben cumplir las Especificaciones Técnicas de ANDE. Las secciones a utilizar están indicadas en los planos. Son los conocidos como NYY; u otras denominaciones según su origen. Los cables

a ser utilizados serán de la marca. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

### **Materiales para B.T**

En general, estos materiales son los corrientes que se utilizan para instalaciones de este tipo, aceptado en la práctica por el Reglamento para instalaciones de Baja Tensión de la ANDE. Como guía se detallan Especificaciones para los mismos. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

Conductores de cobre aislado para Baja Tensión.

Llaves termo magnéticas.

Características Generales.

Llaves termo magnéticas unipolares o tripolares para ser montadas en Tablaros de distribución de energía a circuitos de utilización en edificios. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

### **Accesorios completos de embutir, con sus tapas**

#### **Características generales**

Los accesorios deben ser del tipo adecuado para ser instalados en las cajas comunes del tipo conocido para llaves, de buena calidad y de buena presentación. Serán según se indique, llaves de un punto, de dos o tres puntos, tomas de corrientes simples o dobles; llaves de combinaciones de tres o cuatro vías; pulsadores para timbres o combinaciones de estos accesorios.

#### **Características constructivas**

Los accesorios serán formados por elementos intercambiables montados en chapa metálica y provista de tapa de material plástico color blanco o marfil. Los contactos se harán por medio de tornillos de bronce o estañados. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

## **Tablaros Generales, Principales y Seccionales y de Comandos**

### **Características Generales**

Los Tablaros en general serán construidos con chapa N° 14, con cerraduras de abrir con monedas barras de fases y neutros, pintadas con esmalte sintético, rielera y todo accesorio para la buena terminación y seguridad para los que la operen.

- Los cableados de los Tablaros se deben hacer en forma ordenada y atar los conductores con cintas de plástico, de tal forma que deje una buena impresión a la vista. Las conexiones a las barras se deben hacer con terminales de cobre.
- En todos los Tablaros se deben poner nombres a las llaves TM de tal forma a identificar los circuitos al que pertenece.
- Todos los Tablaros serán embutidos en la pared a una altura de 1,50 mts, medido desde el piso a la base del Tablaro.
- Los TCV son Tablaros de comando de ventiladores, dimensionados de acuerdo a la cantidad de llaves de ventiladores que irán colocadas dentro, con fondo de madera para sujetar las llaves con tornillos y serán aterrados con jabalina de cobre de 2,00 mts.
- Los TC son Tablaros de comando de luces y tomas, y las llaves a ser utilizadas en este Tablaro son interruptores tipo TM de procedencia europea. También debe estar aterrado. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

## **1.8 Controles posteriores al cierre del relleno sanitario**

### **1.8.1 Controles posteriores al cierre del relleno sanitario**

Se debe realizar los siguientes controles después del cierre del relleno sanitario:

- Estabilidad de taludes: La configuración de los taludes definitivos del relleno, deberá definirse de acuerdo a los lineamientos, que marque un análisis de estabilidad de taludes, realizado previamente
- Levantamiento topográfico del terreno
- Asentamientos y derrumbes (Control visual, una vez por año)

- Fugas del gas de relleno fuera del área (en rellenos grandes y en rellenos medianos cercanos de áreas pobladas, eso se debe controlar entre 2 y 4 veces por año durante los 5 primeros años después del cierre del relleno).
- Estado de la reforestación sobre el cuerpo del relleno, en los taludes y alrededor.

El estado de las plantas es un buen indicador si hay fugas de gas. Como el metano tiene un impacto asfixiante sobre muchas plantas, tanto en la atmósfera como en el suelo, un sitio con considerable menor densidad de vegetación indica una fuga de gas. (Jipijapa O. M., 2015)

### **1.8.2 Mantenimiento de la capa de cobertura cuando existen agrietamientos**

Se deberá elaborar un programa de mantenimiento de post-cierre del relleno sanitario para todas las instalaciones del relleno sanitario. También se debe elaborar un programa de mantenimiento de la cubierta final, para reparar hundimientos provocados por la degradación de los residuos, así como los daños por erosión de escurrimientos pluviales y eólica. (Fabara, 2016)

### **1.8.3 Hundimientos y asentamientos diferenciales**

Uno de los principales problemas que existen sobre las áreas donde se depositan los desechos sólidos son los hundimientos (asentamientos uniformes o fallas) estas zonas se pueden controlar con una buena compactación; además, asentamientos diferenciales en la superficie, que con el tiempo originan depresiones y fisuras de diversos tamaños, lo que causa encharcamientos de agua y un 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. (Jipijapa O. M., 2015)

#### **1.8.4 Principios básicos de un relleno sanitario**

Se debe tomar en cuenta las siguientes prácticas básicas para la construcción, operación y mantenimiento de un vertedero:

- Inspección diaria durante la construcción con la finalidad de mantener un alto nivel de calidad en la construcción de la infraestructura del relleno y en las operaciones de rutina diaria, todo esto mientras se descarga, recubre la basura y compacta la celda para conservar el relleno en óptimas condiciones. Esto implica tener una persona responsable de su operación y mantenimiento.
- Evitar que las corrientes de agua se filtren en el vertedero.
- Para lograr una mayor estabilidad de debe de considerar la altura mínima de 2 metros y así lograr los problemas de hundimientos.
- El cubrimiento diario con una capa de 0,10 a 0,20 metros de tierra o material similar.
- La compactación de los RSM con capas de 0,20 a 0,30 metros de espesor y finalmente cuando se cubre con tierra toda la celda. De este factor depende en buena parte el éxito del trabajo diario, pues con él se puede alcanzar, a largo plazo, una mayor densidad y vida útil del sitio.
- Lograr una mayor densidad (peso específico), pues resulta mucho más conveniente desde el punto de vista económico y ambiental.
- Control y drenaje de percolados y gases para mantener las mejores condiciones de operación y proteger el ambiente.
- El cubrimiento final de unos 0,40 a 0,60 metros de espesor se efectúa con la misma metodología que para la cobertura diaria; además, debe realizarse de forma tal que pueda generar y sostener la vegetación a fin de lograr una mejor integración con el paisaje natural.



### **1.8.5 Importancia de la cobertura**

El cubrimiento diario de los residuos y la cobertura final del relleno sanitario con tierra es de vital importancia para el éxito de esta obra. Ello debe cumplir las siguientes funciones:

- Reducir la proliferación de moscas y aves y la presencia de las mismas.
- Imposibilitar la entrada y propagación de roedores.
- Evitar incendios y presencia de humos.
- Reducir los malos olores.
- Evitar que las aguas lluvias se filtren en los vertederos
- Orientar los gases hacia los drenajes para evacuarlos del relleno sanitario.
- Mejorar la estética del relleno sanitario.
- Servir como base para las vías de acceso internas.
- Incrementar la proliferación de la flora. (Jipijapa M. d., 2015)

## **1.9 Limpieza y mantenimiento de drenajes de captación y tratamiento de lixiviados**

### **1.9.1 Limpieza y mantenimiento de drenajes**

- a. Todo sistema de alcantarillado para que opere de manera eficiente debe contar con una política de operación, la cual debe estar de acorde con el diseño del sistema para que el funcionamiento de él sea adecuado y evitar daños tanto a la red como reducir las molestias a los usuarios.
- b. Dentro de las políticas de operación de la red deben estar contemplados programas de mantenimiento preventivo y correctivo, así como maniobras de compuertas y bombeos en determinados sitios y horarios, esto con el propósito de lograr que el sistema funcione de manera óptima. Los programas tienen por objeto mantener en buenas condiciones a todas las tuberías y todas las estructuras que conforman el sistema.
- c. En todo momento se tratará que las tuberías de la red trabajen a superficie libre; sin embargo, cuando se presenten lluvias mayores a la que corresponde al periodo de diseño es de esperarse

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



que trabajen a presión y como correspondencia se produzcan inundaciones en la zona, por ello se debe contar con las medidas necesarias para aminorar los daños y molestias que se ocasionen. (Rojas, 2018)

### **1.9.2 Sistemas de captación**

Un sistema de captación de agua de lluvia es cualquier tipo de ingenio para la recolección y el almacenamiento de agua de lluvia, y cuya viabilidad técnica y económica depende de la pluviosidad de la zona de captación y del uso que se le dé al agua recogida.

En lugares donde las aguas superficiales o subterráneas disponibles están fuera de los límites establecidos para considerarlas potables (en especial si contienen metales pesados como el plomo, mercurio, cromo u otras sustancias dañinas para la salud), se puede recurrir a la captación de agua de lluvia para consumo restringido, es decir para beber y para cocinar alimentos. En general se considera que la necesidad para estos fines se limita a 4 a 6 litros por habitante y por día, mientras que el consumo total de agua es muy superior llegando incluso a superar los cien litros por habitante y por día. (Jaramillo, 2017)

### **1.9.3 Tratamientos de lixiviados**

#### **Fosas Sépticas**

La construcción de la fosa séptica como la primera etapa de tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario de Jipijapa, será de concreto armado. El concreto tendrá una resistencia 210 kilogramos por centímetro cuadrado y acero de refuerzo una resistencia de 2,800 kilogramos por centímetro cuadrado, todo de acuerdo a las características definidas en el estándar. ((TULAS), 2015)

#### **ASTMA617**

Para las labores de inspección y mantenimiento se construirán 3 tapaderas ubicadas sobre la losa superior de la fosa séptica según plano, y serán dotadas de accesorios que faciliten su apertura. La distribu-

ción del acero en la fosa séptica se hará como se indica en los detalles del plano. Dado que no es permitido que los lixiviados se fuguen al subsuelo, el concreto a usar en la construcción de la fosa séptica deberá ser impermeable, por tal motivo se recomienda que los materiales, las proporciones, el mezclado y colocación llenen lo siguientes requisitos mínimos: ((TULAS), 2015)

### **Materiales**

El cemento Pórtland no deberá contener terrones duros provocados por la humedad durante su almacenamiento. Los terrones del empaclado en seco, que se desmoronan en la mano no serán objeto de uso. Deberá usarse un cemento resistente a los sulfatos. Los agregados, tales como la arena y grava, deberán obtenerse de fuentes de calidad comprobada para hacer el concreto, además deben estar limpios y ser duros. El tamaño de partículas en la arena deberá variar de muy fina a 6 milímetros. El tamaño de la grava deberá tener hasta un máximo de 38 milímetros. El agua para el mezclado deberá estar limpia y libre de impurezas. ((TULAS), 2015)

### **Proporciones**

No más de 22.50 litros de agua deberán usarse por cada bolsa de cemento. Puesto que la arena generalmente retiene una cantidad considerable de agua, no más de 19 litros de agua por bolsa de cemento deberán agregarse en la concretora cuando la arena mantiene la humedad promedio. El exceso de agua en la mezcla debilita el concreto y lo hace menos impermeable. Para agregados promedio, las proporciones de mezclado mostradas en la tabla siguiente proporcionan concreto impermeable:

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



Tamaño Máximo de la Grava Cm.	Cemento en Volumen	Agua en Volumen	Arena en Volumen	Grava en Volumen
3.80	1	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{4}$	3
1.90	1	$\frac{3}{4}$	$2\frac{1}{2}$	$2\frac{1}{2}$

**Figure 6.** Tomada de documento de la Municipalidad de Jipijapa.

### Mezclado y Colocación

Todos los materiales deben mezclarse lo suficiente hasta que el concreto tenga un color uniforme. Al colocarse el concreto en los moldes o encofrados deberá vibrarse. De ser posible y con el propósito de evitar juntas deberá colarse el cuerpo de la fosa completa, o sea losa de fondo y paredes. Después de colar el concreto, debe mantenerse húmedo cuando menos por siete días, para incrementar su resistencia. En cuanto a las pruebas del concreto y todo el trabajo de colocación, doblado, traslapes, etc. del refuerzo se regirá por lo indicado en los planos de construcción y las especificaciones generales. ((TULAS), 2015)

### Filtros Anaerobios

La construcción de cuatro filtros anaerobios, dos por serie, como la segunda etapa de tratamiento de los lixiviados generados en el relleno sanitario de Jipijapa, serán de concreto armado. El concreto tendrá una resistencia de 3,000psi (210 kilogramos por centímetro cuadrado) y el acero de refuerzo una resistencia de 2,800 kilogramos por centímetro cuadrado, todo de acuerdo a las características definidas en el estándar ASTM.

Para las labores de inspección y mantenimiento se construirán 3 tapaderas ubicadas sobre la losa superior de la fosa de los filtros anaerobios

según planos, y serán dotadas de accesorios que faciliten su apertura. La distribución del acero en los filtros anaerobios se hará como se indica en los detalles según planos. Dado que no es permitido que los lixiviados se fuguen al subsuelo, el concreto a usar en la construcción de los filtros anaerobios deberá ser impermeable, por tal motivo se recomienda que los materiales, las proporciones, el mezclado y colocación llenen los mismos requisitos mínimos descritos en estas especificaciones, en el apartado de la fosa séptica. (Carlos J. González, 2019)

### **Medio Granular - Grava**

El material granular a ser suministrado deberá ser tamizado de tal forma que el tamaño máximo sea 7.50cm. (3" diámetro) y el mínimo sea 5.00 cm. (2" diámetro) originado en fábrica (trituradora) o proveniente de río, preferiblemente de este último origen. Este material granular será clasificado de acuerdo con el tamaño y deben llenar los requisitos de la ASTM-33. El colocado se hará manualmente y en base a las indicaciones mostradas según planos.

De preferencia este medio granular estará constituido por grava de río, silícea, en su mayor parte redondeada, limpia y lavada de arcilla y limo o como lo indiquen los planos. La granulometría, el tamaño efectivo y el coeficiente de uniformidad de la grava, serán aprobados por el representante del órgano de contratación, de acuerdo con los resultados de los análisis granulométricos de las muestras propuestas por el titular según los bancos previamente aprobados. (Carlos J. González, 2019) El medio granular tendrá una altura de 110 centímetros de espesor y deberá estar constituida por grava de 2" a 3" de diámetro, tal y como se indique según planos, en total el medio granular de grava deberá aproximarse a las siguientes propiedades:

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

### Propiedades del Medio Granular - Grava

Propiedad	Valor	Unidad
Profundidad Total	110	Centímetros
Coeficiente de Esfericidad	0.88 a 0.92	Adimensional
Factor de Forma	6.00 a 7.00	Adimensional
Gravedad Específica	2.50	Adimensional
Porosidad	0.38 a 0.42	Adimensional

**Figure 7.** Tomada de documento de la Municipalidad de Jipijapa.

### Fondo Falso

El sistema de fondo falso tiene una doble función: El primero es dar soporte al medio granular y evitar que éste sea acarreado hacia el fondo del filtro anaerobio, el segundo es la de asegurar que la tasa de filtración ascendente sea uniforme y se encuentre bien distribuida sobre toda el área de filtración Este fondo falso se hará con ladrillo apoyados sobre la losa inferior de los filtros anaerobios. Este material deberá llenar las siguientes características técnicas: Los ladrillos deberán ser sólidos, sanos, bien formados y tendrán sus cantos, aristas y esquinas bien definidas, de tamaño uniforme y sin grietas o escamas. Deberán cumplir con las normas. (Fabara, 2016)

### ASTM C-62 y C-67

Los ladrillos serán construidos a máquina o a mano, bien cocidos, pero no quemados, de dimensiones 7 x 14 x 28 centímetros y con una resistencia a la ruptura por comprensión igual o mayor de 70 kilogramos por centímetro cuadrado. El fondo falso de ladrillo se dejará horizontal y alineado correctamente según lo muestran los planos, con las filas de ladrillo a nivel y equidistantes, las uniones entre ladrillos no serán

menores de 3 centímetros. Todo el trabajo con relación a su colocación se deberá realizar por obreros experimentados y competentes, lo cual deberá ser aprobado por el representante del órgano de contratación. Se entregarán al representante del órgano de contratación muestras de los ladrillos para someterlos a aprobación, previamente a la colocación. Ladrillos rajados y alterados no se aceptarán para instalación. (Gongora Perez, 2014)

### **Humedales**

Los aspectos más importantes a tener en cuenta para la construcción de humedales son básicamente: construcción del fondo y taludes, la impermeabilización del fondo del terreno, la selección y colocación del medio granular y por último las estructuras de entrada y salida. El consultor propone la construcción de 4 humedales como tratamiento final de los lixiviados producidos en el relleno sanitario de Jipijapa, antes de descarga restos en el cuerpo receptor. Las características del material granular, el tipo de tubería, así como la hechura de los agujeros deben ser las mismas que se indican en los incisos iniciales de estas especificaciones técnicas particulares.

La altura de los humedales propuestos es de 1.80 metros. La construcción de los humedales se hará sobre el área de corte o excavación, por lo que la conformación de sus taludes y fondo de los humedales habrá que realizarlo simultáneamente. Cuando más equilibrado sea el corte y el relleno, mayor será la economía en la obra. (Google, 2015)

### **Descapote**

Esta actividad consiste en la remoción del material no apropiado y localizado en la superficie y que corresponde a la capa vegetal. Esta capa es inadecuada para su utilización en las otras actividades de los humedales, como diques, fondo, material de relleno, taludes y obras de arte o estructuras de entrada y salida. (Jaramillo, 2017)

## **Construcción de Fondo y Taludes**

Los humedales requieren generalmente que se coloque una barrera impermeable para impedir que se contamine con los lixiviados generados el subsuelo o el agua subterránea. Algunas veces esta barrera está presente naturalmente por una capa de arcilla o por los materiales que se encuentran in-situ y que pueden ser compactados hasta un estado cercano al impermeable, como es el caso de los humedales del sistema de tratamiento de lixiviados del relleno sanitario de Jipijapa. El fondo del humedal debe ser cuidadosamente alisado antes de la colocación del material granular. El terreno que corresponde a la cubierta vegetal debe retirarse de forma cuidadosa y el fondo debe ser nivelado cuidadosamente de lado a lado del humedal y en la totalidad de la longitud del lecho. Los humedales deben tener una ligera pendiente para asegurar el drenaje, de forma que se asegure que se proporcionarán las condiciones hidráulicas necesarias para el flujo del sistema. El gradiente hidráulico que se requiere y el control del nivel de agua se realiza con la estructura de salida. En los planos de distribución general de humedales se propone una pendiente de 1.00%, la cual debe respetarse para el buen funcionamiento de los humedales. Los taludes tienen vital importancia en la conservación de los humedales. La inclinación de los taludes internos de los humedales del sistema de depuración de los lixiviados del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa, tal y como se aprecia en el plano de dibujo de secciones transversales de los humedales según planos es de 1:1, lo anterior garantiza su estabilidad. El fondo y los taludes de todos los humedales deberán ser escarificados, afinado y compactado al 95% de la prueba Proctor Standard Modificado. (Martínez, 2016)

## **Sistema de Tuberías**

La instalación de tubería de distribución y recolección en los humedales comprende todos los trabajos necesarios a efectuar para lograr una correcta colocación, tanto de la tubería ciega como de la perforada y comprende lo siguiente:

- La tubería a instalar es de polietileno tipo PVC RD-26, con un



diámetro de 150mm, equivalente a 6 pulgadas.

- Se deberá hacer uso de sistemas de manejo apropiados con relación al peso de la tubería, tanto para bajar la tubería al sitio de instalación en el plantel del relleno sanitario, como para dejarla instalada en los lugares indicados en los planos.
- Los arreglos de la tubería y accesorios, tanto en sus extremos como en su alineamiento deberán realizarse según se muestra los planos.
- Los accesorios a usar como tapones hembras y codos deberán quedar debidamente unidas a las tuberías y con el pegamento necesario sin presentar limitaciones y excesos.
- La tubería de distribución y recolección de lixiviados en los humedales se deberá perforar a lo largo del perímetro de la misma.
- El diámetro del agujero es de  $\frac{1}{2}$ " de diámetro y deberán espaciarse en el sentido horizontal y en forma alterna cada 50 centímetros, para mayor claridad ver detalle de tubo perforado en los planos.
- El agujero deberá realizarse con el equipo apropiado para no dañar la tubería, en ningún momento se permitirá usar elementos metálicos sobrecalentados para realizar estos.
- El interior de las tuberías y accesorio del sistema de distribución y recolección de lixiviados deberá mantenerse libre de materias extrañas.
- Los extremos de la tubería colocada y en proceso de colocación, deberán mantenerse firmemente cerrados con tapones temporales, todo el tiempo que dure el trabajo de instalación. (Meza Olmedo, 2015)

### **Estructuras de Entrada y Salida**

Los materiales a usar en estas estructuras u obras de arte se indican en los planos, con el nombre de detalles de cajas de registro para humedales. Estos materiales deben cumplir con los estándares indicados en las especificaciones generales que forman parte del presente documento.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



### **Pruebas de hermeticidad de las estructuras**

Las estructuras que retendrán los lixiviados como fosas sépticas y filtros anaerobios, etc. requieren que sean sometidas a pruebas de hermeticidad. Las fosas sépticas y filtros anaerobios deberán ser impermeabilizados antes de hacer estas pruebas. Previamente a la prueba de hermeticidad de las estructuras hidráulicas, éstas se deberán limpiar de toda suciedad y materiales extraños.

La prueba de las estructuras hidráulicas deberá realizarse solamente en presencia del representante del órgano de contratación y combinarse en una sola operación, y deberán efectuarse antes de que el relleno sea colocado alrededor de las paredes, y en un período de tiempo no menor de catorce (14) días después que todas las paredes estructurales y losas hayan sido completadas.

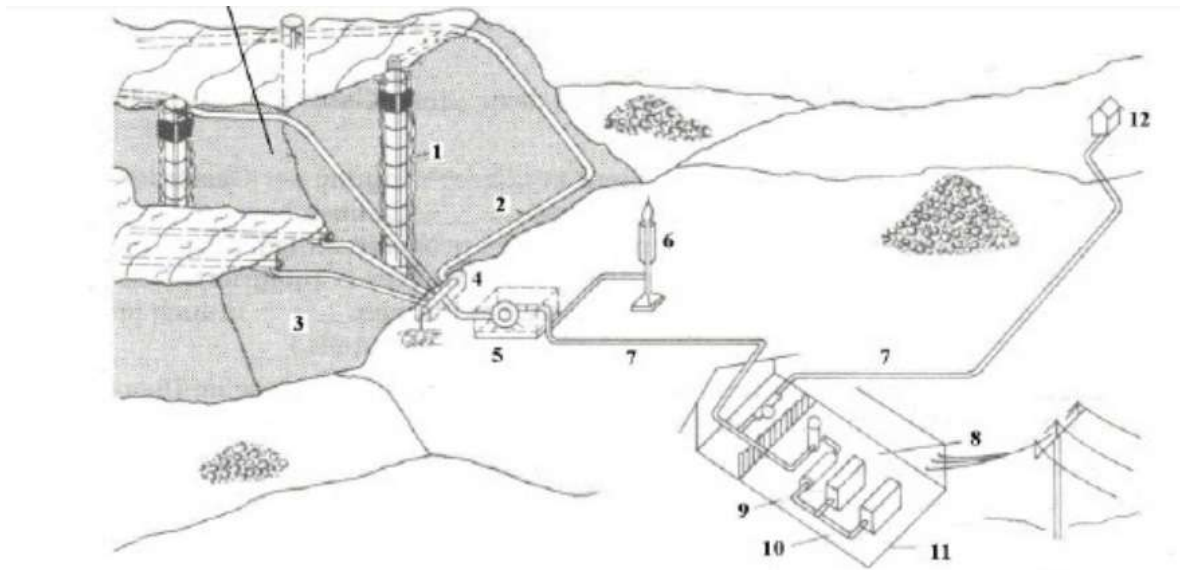
Cuando sea ordenado por el representante del órgano de contratación, el titular llenará de agua las estructuras respetando las descargas y profundidades ordenadas por el representante del órgano de contratación, y las mantendrá llenas durante una semana. Las estructuras cubiertas cumplirán con los requisitos de las pruebas si al final de la semana no hay fugas aparentes y el nivel del agua no disminuye más de 5 milímetros durante las últimas 48 horas.

El descenso máximo en el nivel del agua para estructuras no cubiertas será de 10 mm en 24 horas. A través de un período de 48 horas el nivel del agua deberá ser registrado cada 8 horas por medio de registradores de niveles aprobados por el representante del órgano de contratación y que se encuentren colocados en sitios cuya localización haya sido aprobada.

Una vez completada la prueba, el titular deberá vaciar las estructuras y disponer de su contenido. El limpiará las estructuras y equipos totalmente de todos los sedimentos dejados por el agua usada en la prueba. En caso que se detectasen fugas, deberá repararlas en presencia del representante del órgano de contratación. (Varios, 2014)

## 1.10 Mantenimiento de chimeneas y quema de gas

### 1.10.1 Mantenimiento de chimeneas y quema de gas



1	Chimenea	7	Tubería de transporte
2	Colector de gas	8	Consumidor 1
3	Drenaje de gas	9	Tratamiento del gas
4	Punto de colección	10	Conversión del gas en energía eléctrica
5	Punto de transporte de gas	11	Casa de turbinas
6	Antorcha	12	Consumidor 2

**Figure 8.** Mantenimiento de chimeneas y quema de gas.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

### 1.10.2 Chimeneas y tubería para el drenaje activo

Se deben considerar los siguientes puntos durante el diseño de un sistema de drenaje activo para los gases de relleno:

- La depresión debe ser eficiente en todo el cuerpo de basura.
- Se debe minimizar la cantidad de aire succionado por el soplador.
- El sistema debe tener una larga vida útil.
- La capacidad de succión debe ser apropiada a la cantidad de gas.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

.....

- Los tubos de succión deben ser lo más corto posible, para no tener demasiadas pérdidas de presión.

Cuando se diseña el sistema de drenaje activo junto con el relleno, generalmente se utiliza tubería horizontal colocada en diferentes niveles del cuerpo de basura para aspirar los gases. Si se debe añadir el sistema de drenaje activo a un relleno ya cerrado, es posible perforar el cuerpo de basura para poder colocar chimeneas verticales.

Se resumen las informaciones más pertinentes para el dimensionamiento de las chimeneas y la tubería en el Cuadro a continuación: Con sistemas activos de drenaje, se puede evacuar un 40 - 45 % del gas de relleno. Es importante que la concentración del metano sobre la superficie del relleno no exceda 80 ppm. (Fabara, 2016)

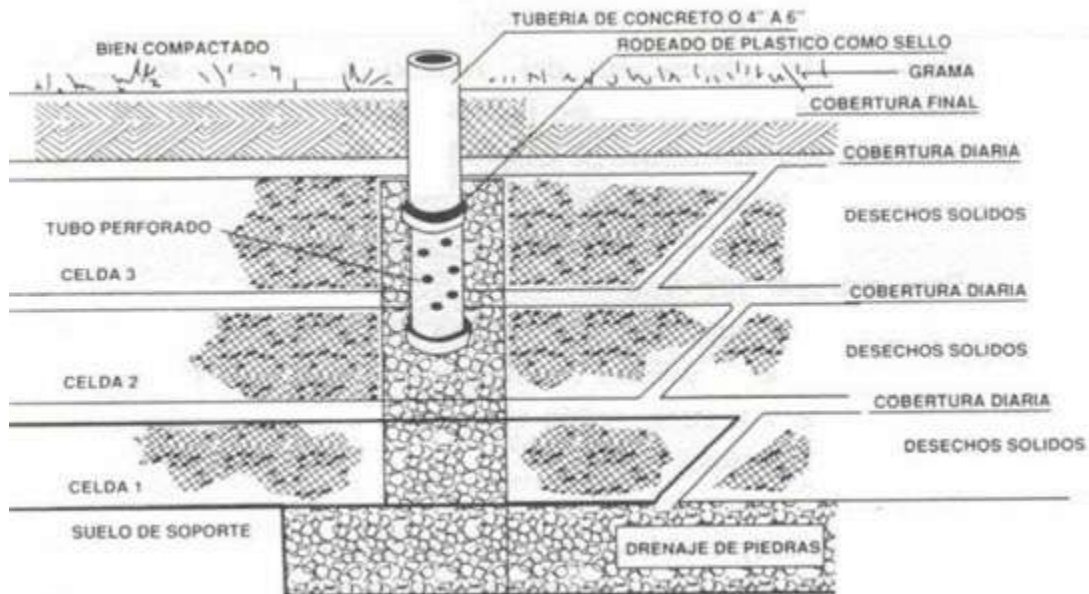
### **1.10.3 Incineración del gas después del drenaje activo**

#### **Incineración con antorcha**

Si no se aprovecha el gas de relleno produciendo energía eléctrica, se puede incinerar el gas de relleno con antorchas. La incineración con antorcha es un método similar a la incineración controlada en la chimenea, que no aprovecha de la energía de la incineración para producir electricidad. Se ha desarrollado antorchas especiales donde se queman los gases de relleno con adición controlada de aire.

Las antorchas para la incineración del gas de relleno disponen de encendedores automáticos, un sistema de control de la llama y de la temperatura, una válvula automática para apagar y un ajuste del flujo de aire. En las antorchas convencionales, el gas de relleno se quema con una temperatura de aproximadamente 1000 °C. Existen también antorchas para incineración con alta temperatura, que queman los gases con 1200 °C y con las cuales se logra un mejor control de la generación de dioxinas durante el proceso de incineración. Los costos de inversión y de operación son más altos para las antorchas de alta temperatura. El grafico presenta una antorcha convencional: Antorcha convencional

La quema de gas se puede hacer a través de chimeneas, protegiendo los pozos de desfogue con un tubo de hormigón o un capuchón metálico. (Martínez, 2016) Este capuchón se puede fabricar de material reciclado de la misma basura (ver figura 9).



**Figure 9.** Chimenea con tubo perforado para drenaje pasivo y capuchón para incineración de biogás.

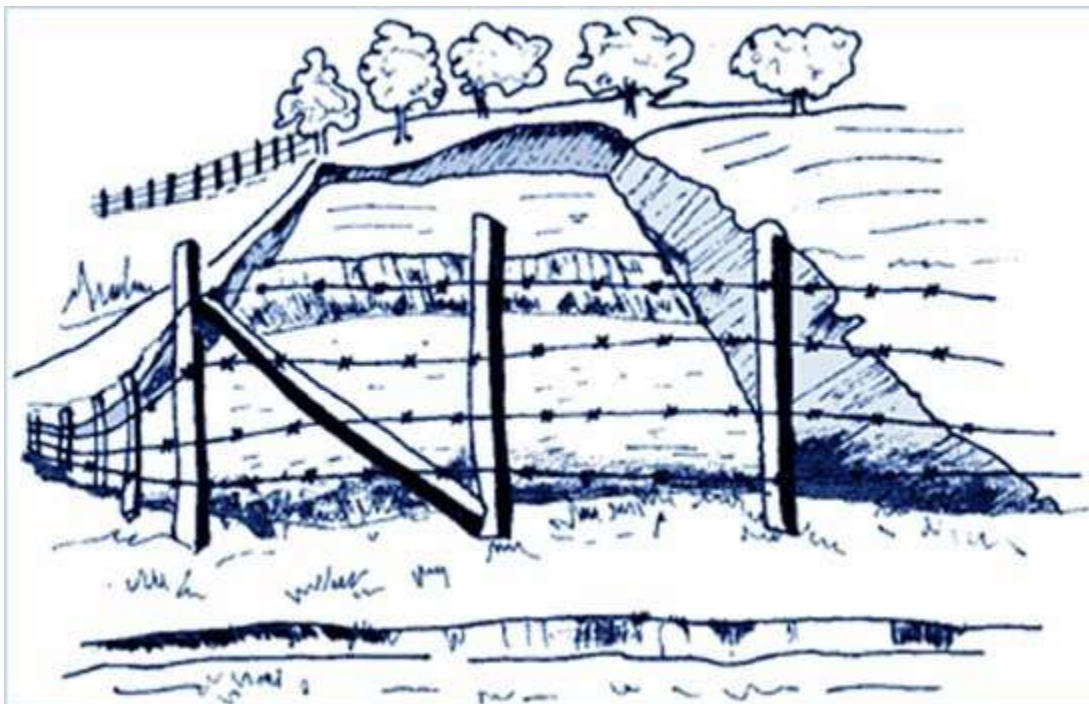
**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

## **1.11 Mantenimiento de cerco perimetral y porton de ingreso**

### **1.11.1 Mantenimiento de cerco perimetral y portón de ingreso**

Para evitar la entrada de animales y ordenar la presencia de recicladores en el área, se construirá una cerca perimetral alrededor de toda el área del relleno con un portón de entrada para darle seguridad y disciplina a la obra.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Figure 10.** Mantenimiento de cerco perimetral y portón de ingreso.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

### **Cercos**

Adicionalmente a lo establecido en las especificaciones generales de este documento, el cerco perimetral deberá construirse de conformidad a lo indicado en el Plano respectivo, éste consistirá de la construcción de varios elementos como se describe a continuación:

### **Dados de mampostería de piedra**

Los dados de mampostería serán de 50 x 50 centímetros con una altura de 70 centímetros. Se deberán construir con mampostería de piedra ligada con mortero de la forma en que lo indican los planos; estos dados se construirán a cada 2.50 metros sobre la línea definida para el cerco perimetral y servirán de soporte para la ubicación de los postes de concreto.

### **Postes de concreto**

Los postes de concreto tendrán una dimensión de 10x10cms como mínimo con una altura de 2.20 metros sobre el nivel del terreno natural, espaciados a cada 2.50 metros sobre la línea definida en los planos para el cerco perimetral. Estos serán de concreto prefabricado o como lo apruebe el representante del órgano de contratación. Los mismos servirán para sostener los hilos de alambre de púa. (Cantos, 2018)

### **Hilos de alambre de púa**

Los hilos de alambre de púa se colocarán distribuyéndolos en la altura del poste de concreto en base a lo indicado por los planos o como lo indique el representante del órgano de contratación.

### **Portón de acceso y puerta principal**

El portón de acceso y puerta principal se fabricarán con tubo de hierro galvanizado de 1.5 pulgadas de diámetro y malla ciclón calibre 12.4 conforme se detalla en el Plano respectivo. (Cantos, 2018)

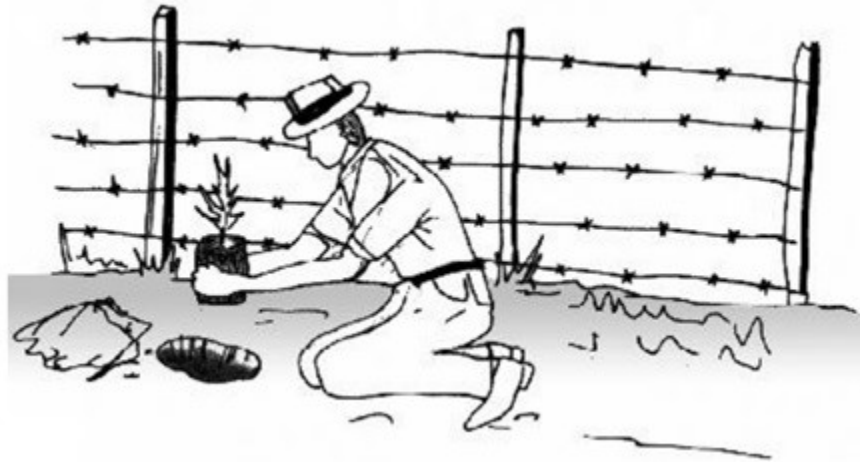
### **Área de amortiguamiento y protección**

En muchos casos también resulta necesario dejar libre una franja de terreno de 5 a 20 metros entre el lindero y la zona de terraplenes o zanjas con residuos, a fin de contar con una zona de amortiguamiento que mitigue los posibles efectos negativos de las operaciones con basura en los predios vecinos.

En esta área de retiro es importante colocar un cerco vivo de árboles y arbustos que impida que los vecinos y transeúntes vean los RS y la operación del relleno.

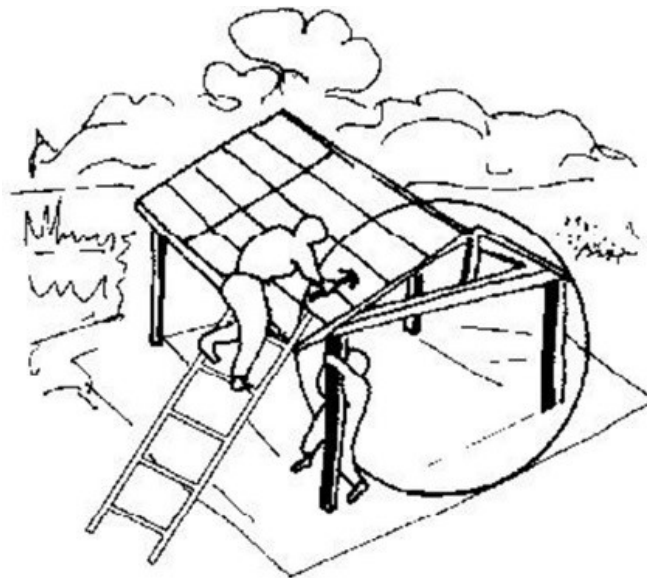
En ocasiones, se pueden usar los excedentes de tierra de las trincheras excavadas para levantar una especie de biombo o pantalla con el mismo fin. Esta zona mejora la apariencia estética del relleno y sirve para retener papeles y plásticos arrastrados por el viento. Por razones obvias, se sugiere la siembra de árboles de rápido crecimiento (pino, eucalipto, laurel, bambú, etc.) (Jipijapa M. d., 2015)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Figure 11.** Siembra de árboles en la zona de retiro perimetral.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>



**Figure 12.** Caseta de control y almacenamiento de materiales.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>



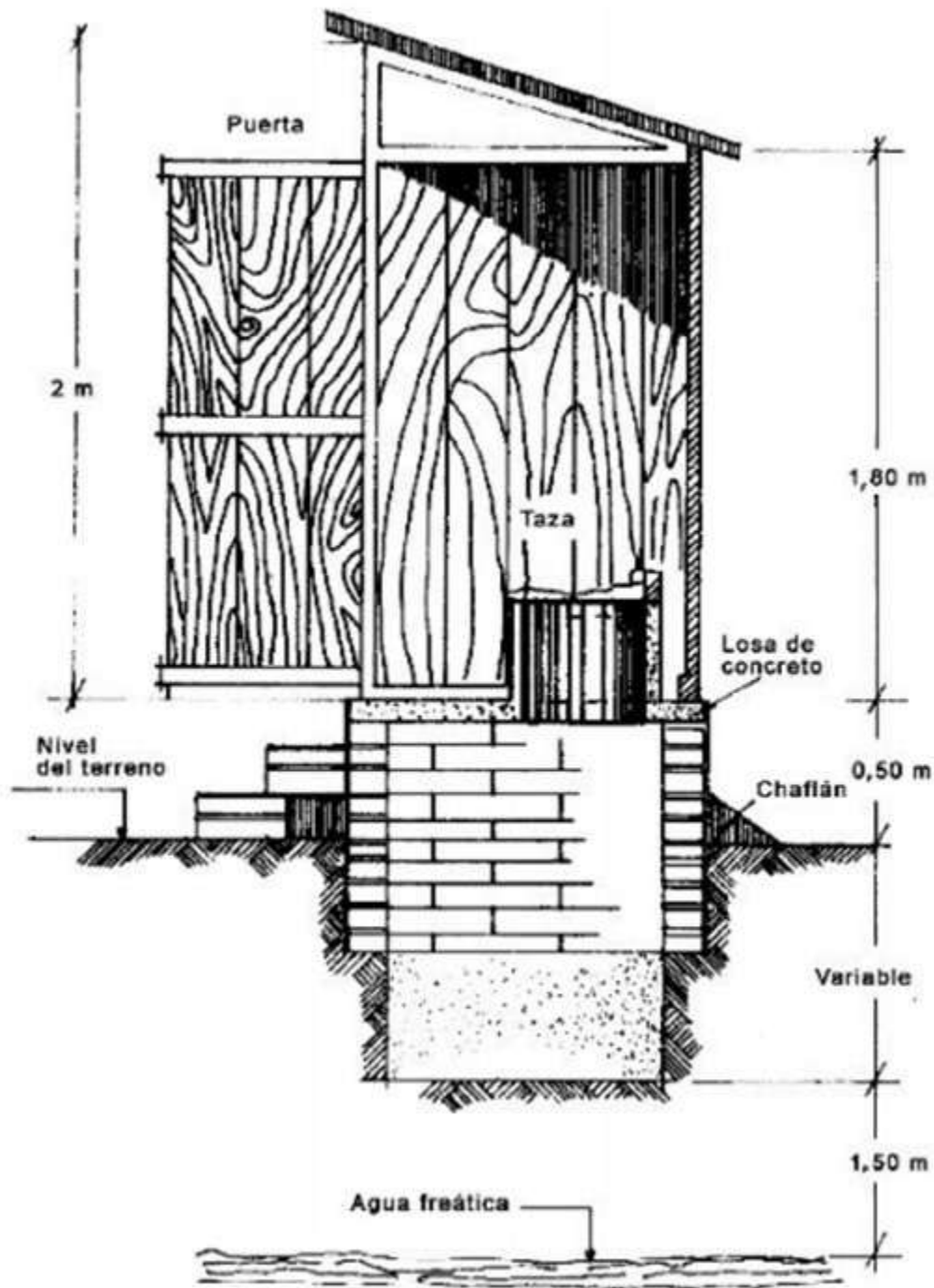
### **Caseta de control**

La construcción de una caseta con un área aproximada de 12 a 15 metros cuadrados es importante para ser usada como control de ingreso o lugar para guardar pequeñas herramientas de trabajo (rodillo, carretas, palas, picas, etc.), como un espacio donde los obreros se puedan asear, cambiar y guardar su ropa, como cocina donde calentar alimentos o como refugio en caso de lluvias.

Esta caseta debe tener una mesa o escritorio y una o varias sillas, a fin de que el supervisor lleve más cómodamente el registro de las actividades. Se puede usar una caseta prefabricada e incluso adaptar un contenedor. La administración municipal podría solicitarlos en calidad de donación o préstamo.

En casos especiales es conveniente construir más bien una pequeña vivienda rural donde habite permanentemente uno de los trabajadores con su propia familia y donde se puedan guardar herramientas e incluso tierra excavada para que sea utilizada en algún cultivo futuro. (Jipijapa O. M., 2015)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Figure 13.** Letrina cuando el nivel freático se localice a poca profundidad Instalaciones Sanitarias.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

### **Instalaciones sanitarias**

El relleno debe contar con instalaciones que aseguren la comodidad y el bienestar de los trabajadores. En consecuencia, se debe llevar agua al relleno para los servicios sanitarios. En tiempos de estiaje se puede utilizar parte de esta agua para regar la superficie del relleno a fin de obtener una mejor compactación y evitar la acumulación de polvo. Igualmente, se debe construir un tanque séptico o una letrina (figura 6.23). Para la construcción de las instalaciones sanitarias, se puede pedir asesoría a las autoridades de salud.

### **Patio de maniobras**

Se deberá contar con una zona de alrededor de 200 metros cuadrados (10 x 20) para que el(los) vehículo(s) recolector(es) pueda(n) maniobrar y descargar la basura en el frente de trabajo, y puedan maniobrar fácilmente.

### **Cartel de presentación**

Es necesario colocar un cartel de presentación del relleno sanitario en construcción para que la comunidad identifique la obra.

El cartel puede estar compuesto de dos hojas de cinc y un marco de madera, cubiertos primero con anticorrosivo y luego con pintura del color deseado. Ahí se escribirán los nombres del municipio y del relleno sanitario, se brindará una breve descripción del proyecto y una leyenda que promueva la protección del medio ambiente.

Desde un principio, se debe elegir un nombre para el relleno sanitario. Este nombre siempre tendrá que figurar en todos los documentos y la correspondencia de la obra.

#### **1.11.2 Reforestación de las celdas antiguas y estabilizadas**

La arborización de un relleno sanitario es un tema muy importante. Se debe comenzar con este trabajo durante la construcción del relleno y continuar durante todo el periodo operativo. Después del cierre final,

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre la colina artificial entera.

La arborización del relleno sanitario ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales; además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de las emisiones. El eucalipto, el cedro o el pino pueden también ser utilizados para producir los palos y estacas necesarios en la construcción de chimeneas.

El cerco vivo es muy importante, ya que en muchos sitios no existe una barrera natural. Se recomienda plantar un cerco vivo de 30 – 50 m de ancho, usando arbustos en los bordes y arboles más altos en el centro. Con el cerco vivo, se puede desviar los vientos y se reduce considerablemente la molestia causada por malos olores en los alrededores. (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, 2014)

La arborización de un relleno sanitario es un tema muy importante. Se debe comenzar con este trabajo durante la construcción del relleno sanitario y continuar durante todo el periodo operativo.

Después del cierre final, se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre la colina artificial entera. La arborización del relleno sanitario ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales; además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de las emisiones. El eucalipto, el cedro o el pino pueden también ser utilizados para producir los palos y estacas necesarios en la construcción de chimeneas. (Google, 2015)

El cerco vivo es muy importante, ya que en muchos sitios no existe una barrera natural. Se recomienda plantar un cerco vivo de 30 –50 m de ancho, usando arbustos en los bordes y arboles más altos en el centro. Con el cerco vivo, se puede desviar los vientos y se reduce considerablemente la molestia causada por malos olores.

Ciertos materiales usados comúnmente en el hogar y que son depositados en los rellenos sanitarios, pueden contener químicos peligrosos.

A continuación, se resumen algunos:

- Detergentes para lavar ropa, quitamanchas y otros productos conteniendo solventes pueden poseer: tricloroetileno, benceno, tolueno y cloruro de metileno.
- La naftalina contiene diclorobenceno.
- El esmalte para uñas puede contener: xileno, dibutilftalato y tolueno.
- Los plásticos usados normalmente pueden contener: cloruro de vinilo, polietileno, formaldehído y tolueno.

También pueden encontrarse metales pesados en los desechos urbanos:

- Los productos electrónicos como TV y radios, el vidrio, las cerámicas, los plásticos, los materiales de bronce y los aceites usados pueden contener plomo
- Las baterías de níquel-cadmio, los plásticos, los productos electrónicos, el lavavajillas, el lavarropas, los pigmentos, el vidrio, las cerámicas, los aceites usados y el caucho contienen cadmio.
- Las baterías, las lámparas fluorescentes, los restos de pinturas, los termómetros, los pigmentos de tintas y los plásticos pueden contener mercurio. (Google, 2015)

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

Factor a Monitorear	Frecuencia	Parámetros a Monitorear	Límites Permisibles
Lixiviados	Semestral	pH	No se cuenta límites
		DQO, DBO	permisibles de acuerdo a
		OD: Oxígeno Disuelto	norma vigente
		Metales Pesados	
		Conductividad Eléctrica	
		Amoniaco	
		Nitratos	
		Nitritos	
Gases	Bimensual	Composición de Biogás: CH <sub>4</sub> , O <sub>2</sub> ,	No se cuenta límites
		N <sub>2</sub>	permisibles de acuerdo a
			norma vigente
Contaminación	Semestral	pH	Límites del RMCH
aguas superficiales		DQO, DBO	
		OD: Oxígeno Disuelto	
		Metales Pesados	
		Conductividad Eléctrica	
		Amoniaco	
		Nitratos	
		Nitritos	
Contaminación	Semestral	pH	Límites del RMCH
aguas subterráneas		DQO, DBO	
		OD: Oxígeno Disuelto	
		Metales Pesados	
		Conductividad Eléctrica	
		Amoniaco	
		Nitratos	
		Nitritos	

**Figure 14.** Tomado de documentos de la Municipalidad de Jipijapa.

## 1.12 Monitoreo de aguas subterráneas, superficiales

### 1.12.1 Realizar monitoreo de aguas subterráneas, superficiales

#### Aguas Subterráneas

Se recomienda realizar el análisis en tres sitios diferentes, perforando con barreno hasta el nivel de la primera capa freática. Es también posible abrir pozos de supervisión durante la construcción del relleno /7/. Dependiendo del carácter del relleno, se debería realizar este tipo de análisis entre 1 y 4 veces por año durante la operación del relleno

y 1 vez por año durante los primeros 5 años después del cierre del relleno.

Existen algunos casos donde no es necesario el análisis de las aguas subterráneas:

Sitios donde la primera capa freática es muy baja (más de 40 m bajo la capa de fondo del relleno)

- Sitios con una barrera geológica impermeable
- Regiones áridas con menos de 300 mm de lluvia anuales
- Rellenos pequeños y muy pequeños donde no se disponen de desechos peligrosos de procedencia industrial
- Se recomienda hacer el análisis de las aguas subterráneas minuciosamente en las siguientes situaciones:
- Rellenos con un nivel freático muy alto (3 m o menos bajo la capa de fondo del relleno). Si existe una captación de agua (para riego o suministro de agua potable) en la misma cuenca del relleno y a nivel más bajo del relleno.
- Rellenos grandes y muy grandes
- Rellenos cerca de barrios donde se suministra el agua por pozos (aquí se pueden tomar las pruebas de los pozos más cercanos, con el fin de bajar los costos)
- Rellenos medianos y grandes con la capa impermeable de fondo mal construida.
- Rellenos construidos en terreno arenoso u otro terreno muy permeable

Normalmente, los parámetros enumerados en el Cuadro 40 para el control del tratamiento del agua serían suficientes. Si se sospecha de una contaminación química seria, se recomienda también hacer el análisis detallado. (Meza Olmedo, 2015)

### **Aguas Superficiales**

Se recomienda realizar un análisis regular de las aguas superficiales (el medio receptor) La tabla 2 muestra los parámetros de análisis necesarios.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

.....

**Tabla 2.** Control de contaminación de las aguas superficiales /7/

Frecuencia de análisis	Parámetros para analizar
1 vez por mes	<ul style="list-style-type: none"><li>• Caudal * PH</li><li>• Aspecto * Conductividad</li><li>• Olor</li></ul>
1 vez por 6 meses	<ul style="list-style-type: none"><li>• DQO * Amonio</li><li>• DBO</li></ul>
Si se observa una contaminación extrema y si hay accidentes en el relleno y otras situaciones extraordinarias.	Relleno sin desechos peligrosos industriales: Todo el análisis del control de tratamiento del agua (cuadro 40) Relleno con disposición de desechos peligrosos industriales: Todo el análisis detallado (cuadro 40)

## 1.13 Áreas verdes generales

### 1.13.1 Tipos de áreas verdes generales

La Ley Ambiental del Distrito Federal, define un área verde como toda superficie cubierta de vegetación, natural o inducida que se localice en suelo urbano. La mayoría de los municipios, 94.4%, tienen sus planes municipales de desarrollo urbano (quedan pendientes de su aprobación, en dichos planes se delimitan las áreas urbanas que serán establecidas).

De esta forma, los camellones, los parques vecinales, los jardines, así como los parques metropolitanos, son áreas verdes que contribuyen con servicios ambientales, porque aminoran el efecto de calor urbano producido por edificios en los diferentes pavimentos que absorben la radiación solar y la transforman en calor, lo que incrementa la temperatura del aire en las ciudades.

En una gran cantidad de municipios se observa un crecimiento urbano considerable, mismo que puede ser controlado o inclusive, inducido, y que puede ser regular o irregular; sin embargo, en muchos casos, las áreas verdes no tienen, ni siquiera, la superficie considerada por ley.

Tal situación, generalmente, se deja de lado, por lo que es importante exigir a las autoridades encargadas del desarrollo urbano, así como de



autorizar los conjuntos urbanos, fraccionamientos o condominios, que se cuente con los espacios mínimos correspondientes a áreas verdes. Ahora bien, 100 m<sup>2</sup> de área verde pueden ser 10 por 10 metros, lo cual es una superficie adecuada, pero también 100 m<sup>2</sup> pueden ser 100 metros lineales por un metro lineal; entonces, en muchos de los casos se hace trampa precisamente con esto último y dejan únicamente residuos de espacios como áreas verdes, que no pueden considerarse como adecuadas y menos aún que no cumplen con lo que ley establece porque tienen que ser áreas regulares y habitables; es decir, que funcionen de una manera apropiada para que la población las disfrute.

En los municipios del Ecuador, la promoción y cuidado de estos espacios está a cargo del área de ecología o del medio ambiente, que depende, generalmente, de la dirección de servicios públicos; en algunos casos no cuentan con planes y programas de construcción y mantenimiento, además de que el personal que trabaja en estas áreas, por lo regular, está poco capacitado en las labores de arboricultura, en la selección, manejo y cuidado de la vegetación.

Por lo tanto, es necesario implementar planes que contemplen la siembra de especies adecuadas de árboles y arbustos.

De repente en las áreas urbanas siembran árboles que no son de la especie adecuada, a veces son de campo; y si bien al principio son árboles pequeños y no pasa nada, con el tiempo, éstos adquieren un tamaño considerable que rompen banquetas o cubren fachadas de casas, ocasionando que los propios ciudadanos, dueños de esas casas, tiren los árboles o coloquen ácidos o solventes en las raíces para que se sequen.

De igual forma, se debe partir de un análisis ambiental, urbano y social de los sitios, donde se procure la capacitación del personal, así como la dotación de equipos adecuados para esta función. Es importante señalar que se pueden realizar gestiones para buscar financiamientos

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

y promociones con el gobierno federal, con el gobierno estatal e inclusive con el propio presidente municipal o con el cabildo para que se capacite al personal y cuente con equipo suficiente para el trabajo en las áreas verdes. (Jipijapa O. M., 2015)

### **1.13.2 Tipos de áreas verdes adecuadas para implantar en el uso del suelo de un relleno sanitario posterior a su cierre técnico**

En principio, los posibles usos de un Relleno Sanitario, una vez que se haya clausurado, se podrían definir en los siguientes tipos:

- Agrícola
- Reforestación
- Recreativo
- Habitable
- Industrial

El uso final previsto para el sitio de un Relleno Sanitario es muy importante a la hora de desarrollar el plan de clausura final y conseguir la aceptación de las administraciones reguladoras y de la población en general.

Los principales aspectos que rodean a un antiguo Relleno Sanitario y que condicionarán los posibles usos posteriores y el plan de clausura:

- Baja capacidad de carga del terreno
- Asentamientos diferenciales
- Producción de metano que puede emanar a la atmósfera y/o puede estar confinado en “burbujas” provocando riesgo de explosiones
- El carácter corrosivo de la descomposición sobre aceros, hormigones y materiales de construcción
- Producción de olores desagradables
- Aceptación del público

Aunque el uso de un sitio antiguamente ocupado por un Relleno Sanitario correctamente clausurado no presenta riesgos para la salud pública, sí presenta rechazo por la población.

Para usos de pastoreo o agrícolas el recubrimiento debe ser lo suficientemente profundo como para conseguir que las raíces no entren en contacto con los residuos ya que, además de impedir el crecimiento de las plantas, existe riesgo de introducir elementos dañinos en la cadena alimentaria. La profundidad mínima que se debe guardar para ciertas plantas es:

Hierba: .....	>3 m
Cereales: .....	>1 m
Vegetales enraizados: .....	>1 m
Árboles con desarrollo lateral de raíces: .....	>2 m
Árboles con desarrollo profundo de raíces: .....	>4 m

El uso de un relleno clausurado como lugar para la construcción no es aconsejable debido a las restricciones comentadas tales como movimiento de gases, corrosión de materiales, asentamientos diferenciales, baja capacidad de carga.

Los usos más adaptados son usos recreativos al aire libre tales como instalaciones deportivas, parques, campos de golf, áreas verdes. Aunque en todo caso debe vigilarse las necesidades de riego por el potencial incremento de la generación de lixiviados o interferencia con el drenaje.

Los usos que requieran la construcción de edificios son completamente no recomendables por las dificultades técnicas que implica el material de base heterogéneo, con asentamientos diferenciales, efectos corrosivos y la liberación de gases y olores en las excavaciones. (Jipijapa O. M., 2015)

### **1.13.3 Tipos de árboles que se plantarían sobre un relleno sanitario**

La arborización de un relleno sanitario es un tema muy importante. Se debe comenzar con este trabajo durante la construcción del relleno y

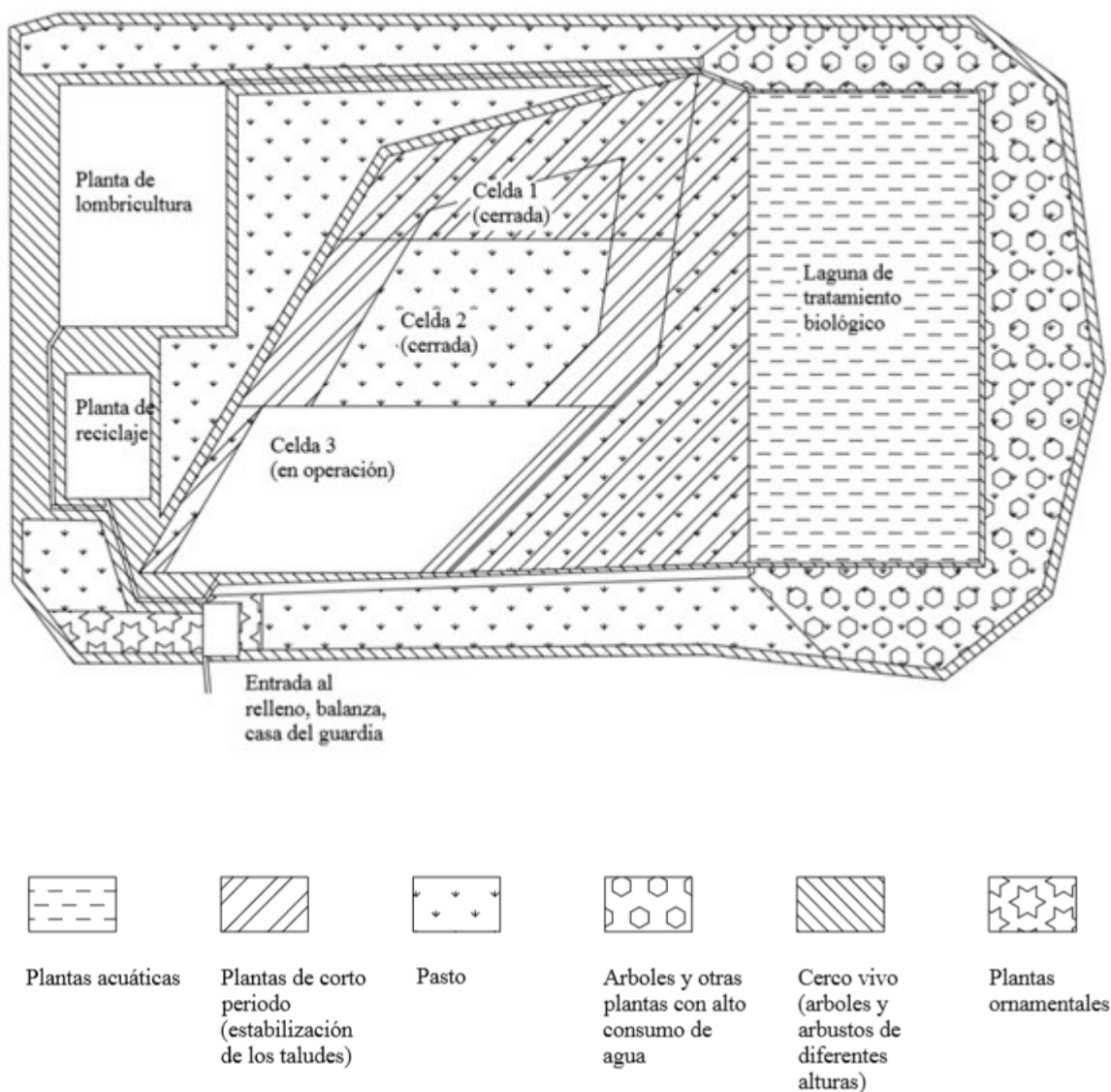
de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



continuar durante todo el periodo operativo. Después del cierre final, se deben sembrar plantas de la región adecuadas sobre todas las celdas cerradas o sobre la colina artificial entera.

La arborización del relleno sanitario ayuda considerablemente a minimizar daños ambientales; además, contribuye a estabilizar los taludes y disminuye la cantidad de las emisiones. El eucalipto, el cedro o el pino pueden también ser utilizados para producir los palos y estacas necesarios en la construcción de chimeneas. (Jipijapa O. M., 2015)

En el siguiente dibujo se muestra un ejemplo para un plan de arborización.



**Figure 15.** Indicaciones del tipo de plantas que se necesitarían sembrar en un relleno sanitario.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

## **1.14 Descripción y caracterización ambiental del area de estudio (relleno sanitario de Jipijapa)**

### **1.14.1 Descripción y caracterización ambiental del área de estudio (Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa).**

#### **1.14.2 Aspectos físicos**

##### **Climatológico**

El estudio climatológico permitirá elaborar un marco de zonificación físico – biótica estudio del área. Con el conocimiento y distribución espacial de los principales factores climáticos, sobre la base de la conformación existente, se establecerán interrelaciones de los elementos meteorológicos y de estos con los ecosistemas, características económicas y culturales analizadas.

Los impactos negativos relacionados con la calidad del aire, se relacionan, además, con las actividades de operación, mantenimiento, clausura y cierre diario de celdas del relleno sanitario, específicamente aquellas que pueden provocar la elevación de los niveles de material particulado y disminuir la visibilidad. Adicionalmente, las áreas de mantenimiento de la vía de acceso, caminos interiores, desbroce, nivelación, rellenos y cortes, así como el uso de maquinarias y equipos, dentro del predio tienen alguna incidencia sobre estos elementos.

Cabe resaltar que los impactos anteriormente citados, se consideran significativos, pero no presentan en la mayoría de los casos inconvenientes graves en las características citadas y en el entorno inmediato o directo, aunque se deben tomar medidas en épocas de escasa precipitación y de fuertes vientos.

##### **Afectaciones al componente abiótico**

###### **a) Aire**

El movimiento de tierra durante la etapa de construcción genera un impacto significativo sobre la calidad de aire, la descarga y tendido de desechos y la evaluación de gases de igual manera generan un impac-

to significativo al aire, mientras que la colocación de la cobertura diaria, el tratamiento de lixiviados, el tratamiento de desechos orgánicos, la reforestación genera impactos beneficiosos y el resto son impactos despreciables.

### **b) Suelo**

En la geomorfología la construcción de las vías secundarias y el movimiento de tierras generan un impacto altamente significativo en la etapa de construcción, mientras que a compactación de desechos genera un impacto beneficioso.

De la misma manera la eliminación de la capa vegetal y el movimiento de tierra generan un impacto significativo debido a que se genera un proceso erosivo en ese lugar, se debe resaltar que estos impactos se van dando en la etapa de construcción, ya que en la etapa de operación no se generan impactos hacia el suelo y en la etapa de clausura el impacto causado por la vegetación es beneficioso.

### **c) Agua**

El movimiento de tierra causa un impacto altamente significativo en las aguas superficiales; así también la eliminación de la capa vegetal y la construcción de las vías de acceso secundario causan impactos significativos hacia las aguas superficiales, debe destacarse que todo esto se dará durante la fase de construcción.

De la misma manera la eliminación de la capa vegetal causa un impacto significativo en las aguas subterráneas durante la etapa de construcción. Mientras que en la etapa de operación y clausura del relleno sanitario los procesos de tratamiento de lixiviados, reforestación causarán impactos beneficiosos tanto a las aguas subterráneas como superficiales.





## **Afectaciones al componente socioeconómico**

Debido a la importancia que tiene el proyecto, además con los componentes de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos las acciones que se van a desarrollar durante las fases del proyecto generarán impactos benéficos. (Caicedo, 2008)

### **Ejemplo de Arborización del relleno (sierra)**

Lugar	Tipo de planta	Objetivos
Alrededor del galpón de reciclaje (Bosquecito entre dicho galpón y la entrada)	Eucalipto, Cedro, pino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aliviar la carga de viento al galpón</li> <li>- Producción de olores agradables</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual o paisajístico</li> </ul>
Alrededor de la casa del guardia	Eucalipto, cedro, pino, Flor de Panamá, floripondio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cerco vivo que separa la vivienda del guardia y su jardín del relleno y que ya será grande cuando la construcción del cuerpo de basura avanza</li> <li>- Protección de malos olores, moscos, polvo y objetos livianos traídos por el viento</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual</li> </ul>
Alrededor de la celda de basura biopeli-grosa	Eucalipto, cedro, pino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Absorción de aguas lixiviadas escurridas por los taludes</li> <li>- Separación del camino de acceso de la celda</li> <li>- Producción de olores agradables</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual</li> </ul>
Alrededor del cuerpo de basura del relleno	Eucalipto, cedro, pino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje de aguas lixiviadas escurridas por los taludes</li> <li>- Estabilización de los taludes</li> <li>- Protección de malos olores, moscos, polvo y objetos livianos traídos por el viento</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual</li> </ul>
Alrededor de la planta de lombricul-tura	Eucalipto, cedro, pino	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje de aguas lixiviadas escurridas por los taludes</li> <li>- Protección de malos olores, moscos, polvo y objetos livianos traídos por el viento</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual</li> </ul>
En los taludes del relleno	Zambo, Eucalipto, Bugambilla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje de aguas lixiviadas del talud</li> <li>- Depuración biológica de emisiones gaseosas</li> <li>- Estabilización de los taludes</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual</li> </ul>
Dentro de la laguna de tratamiento de las aguas lixiviadas	Aliso, totora, carrizo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depuración de las aguas lixiviadas (adelantar el proceso de oxidación aeróbica)</li> <li>- Absorción de las aguas lixiviadas</li> <li>- Estabilización del fondo de la laguna</li> <li>- Protección del suelo</li> </ul>
Alrededor de la laguna de tratamiento	Eucalipto, zambo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Drenaje de aguas lixiviadas infiltradas al suelo</li> <li>- Estabilización del suelo</li> <li>- Protección de malos olores y moscas</li> <li>- Mejoramiento del aspecto visual</li> </ul>

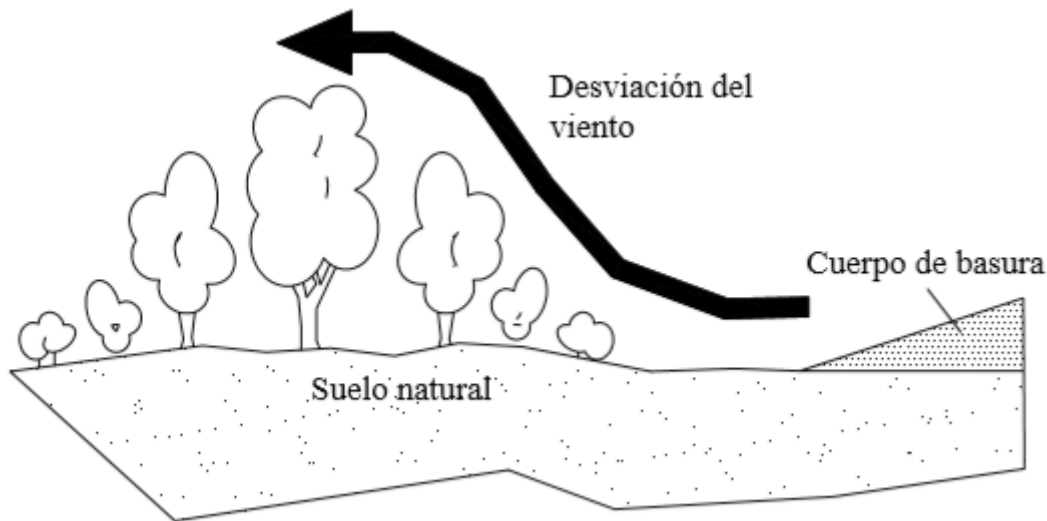
**Figure 16.** Arborización del relleno (sierra).

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

El cerco vivo es muy importante, ya que en muchos sitios no existe una barrera natural. Se recomienda plantar un cerco vivo de 30 – 50 m de ancho, usando arbustos en los bordes y arboles más altos en el centro. Con el cerco vivo, se puede desviar los vientos y se reduce considerablemente la molestia causada por malos olores en los alrededores.

Este dibujo nos muestra las ventajas de un cerco vivo.



**Figure 17.** Ventajas de un cerco vivo.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

En muchos casos, crecen plantas naturalmente en los taludes que se han producido de los mismos desechos o que han proliferado en los alrededores. Es recomendable no intervenir con esta arborización natural, pues se trata generalmente de plantas locales, adaptadas y que ya muestran una buena resistencia a las emisiones del relleno sanitario. El Cuadro 43 da ejemplos de las plantas que crecen naturalmente en los rellenos sanitarios de Loja (Sierra) y Macas (Oriente). (Fabara, 2016)

## Ejemplo de Arborización natural en los rellenos sanitarios de Loja y Macas

Relleno sanitario de Loja		Relleno sanitario de Macas <sup>5</sup>	
Tipo de planta	Lugar de observación	Tipo de planta	Lugar de observación
Palitaria ( <i>Chenopodium album</i> )	Cuerpo de basura, taludes del mismo	Sangurache	Cuerpo de basura
Higuerilla ( <i>Ricinus communis</i> )		Verbena	
Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> )		Zapallo	
Zambo ( <i>Cucurbita ficifolia</i> )		Frejol ( <i>Phaseolus vulgaris</i> )	
Sangorache ( <i>Amaranthus cruentus</i> )		Maíz ( <i>Zea Mais</i> )	
Pullaco ( <i>Heliopsis canescens</i> )		Papa china ( <i>Colacosia esculenta</i> )	
Guanoco blanco ( <i>Brugmansia candida</i> )		Camote ( <i>Axonopus scoparius</i> )	
Tábaco ( <i>Nicotiana tabacum</i> )		Arveja ( <i>Pisum sativum</i> )	
Chilco ( <i>Baccharis latifolia</i> )		Gramma	
Monte de gallinazo ( <i>Cycopersicon hirsutum</i> )		Papaya ( <i>Curico papaya</i> )	
Chilco ( <i>Baccharis latifolia</i> )		Maní ( <i>Arachis hypogaea</i> )	
Zambo ( <i>Cucurbita ficifolia</i> )		Tomate silvestre	
Camortillo ( <i>Ipomoea tricolor</i> )		Cunetas de drenaje	
Sangorache ( <i>Amaranthus cruentus</i> )	Romerillos ( <i>Cornutia nigra corycina</i> )		
Tarapo ( <i>Austrocupatorium inulaefolium</i> )	Balza ( <i>Oeroma pyramidale</i> )		
Zig-zig ( <i>Loitaderia jubata</i> )	Hortiga		
Zambo ( <i>Cucurbita ficifolia</i> )	Chilca ( <i>Veronica baccharoides</i> )		
Chilco ( <i>Baccharis latifolia</i> )	Chimeneas	Romerillos ( <i>Cornutia nigra corycina</i> )	Cunetas de drenaje
Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> )		Hortiga	
		Naranjilla silvestre	
		Guarumo ( <i>Garcias standi</i> )	
	Alrededores del cuerpo de basura	Chilca ( <i>Veronica baccharoides</i> )	Alrededores del cuerpo de basura
		Boya	

**Figure 18.** Arborización natural en los rellenos sanitarios de Loja y Macas.

**Fuente:** <https://docplayer.es/16662279-4-11-operacion-y-mantenimiento-de-la-red-de-alcantarillado-4-11-1-maniobras-de-operacion.html>

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

## **1.15 Sección 2ª.202 clases de carreteras y tipos de proyectos**

### **1.15.1 Sección 2A.202 Clases de carreteras y tipos de proyectos**

#### **2A.202.1 Proyectos Viales**

Para contribuir a la integración de importantes sectores de la población al crecimiento del resto del País; y a la disminución de los índices de pobreza en el Ecuador, tanto a nivel gubernamental como municipal, se están destinando recursos económicos para la creación y rehabilitación de la infraestructura vial, apoyándose en la contratación de empresas constructoras y supervisoras para dichas obras civiles a nivel nacional, lo que representa un elevado apoyo a la reactivación económica y social del país; generando miles de empleos en actividades de mantenimiento rutinario y proyectos de inversión vial.

#### **2A.202.2 Clasificación nacional de la red vial**

Las carreteras en el País se las clasificará principalmente por:

- Clasificación por capacidad (Función del TPDA)
- Clasificación por jerarquía en la red vial
- Clasificación por condiciones Orográficas
- Clasificación en función de la Superficie de rodamiento

##### **2A.202.2.1 Clasificación por capacidad (Función del TPDA)**

Con el fin de elevar los estándares de las carreteras del país y con ello, lograr la eficiencia y la seguridad en el tránsito anheladas, se ha considerado plantear esta clasificación, que considera los datos de tráfico a nivel nacional recabados por el MTOP (Sept/2012), estadísticas de accidentes y el parque automotor del país. De esta información, por ejemplo, se puede concluir que existen muchas vías que rebasan ya la barrera de los 80.000vehículos diarios (TPDA), que existe un número significativo de accidentes de tránsito, y que, además, por diversos estudios realizados, el parque automotor ha crecido consistentemente a una tasa promedio simple durante los últimos 14 años en el orden del 6% anual.

Por tanto, se concluye que se necesita plasmar en las Normas NEVI una nueva orientación al dimensionamiento mismo de las nuevas vías, donde se contemple no sólo la tendencia actual sino la visión futura que se considere brindar una verdadera eficiencia y seguridad efectiva a todos los usuarios (ie., peatones, ciclistas, motociclistas, vehículos livianos, vehículos pesados, vehículos del transporte público, etc.), que considere las operaciones y maniobras del tránsito, que considere el dimensionamiento y el equipamiento de seguridad tanto para la vialidad que cruza zonas pobladas como zonas rurales, que establezca los anchos básicos y/o mínimos efectivos para los diversos proyectos viales que se han de ejecutar de aquí en adelante, aplicando estas normas.

Para normalizar, la estructura de la red vial del país de este siglo, se ha clasificado a las carreteras de acuerdo al volumen de tráfico que procesa o que se estima procesará en el año horizonte o de diseño. La tabla 2<sup>a</sup>.202-01 presenta la clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos en función del TPDA<sub>D</sub>.

De acuerdo a esta clasificación, las vías debieran ser diseñadas con las características funcionales y geométricas correspondientes a su clase pudiendo, obviamente, construirse por etapas, en función del incremento del tráfico y del presupuesto.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

**Tabla 3.** A.202-01 Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.

<b>Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA<sub>d</sub></b>			
<b>Descripción</b>	<b>Clasificación Funcional</b>	<b>Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA<sub>d</sub>) al año de horizonte</b>	
		<b>Límite Inferior</b>	<b>Límite Superior</b>
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

\*TPDA: Tráfico Promedio Diario Anual

\*\*TPDA<sub>d</sub>: TPDA correspondiente al año de horizonte o de diseño

En esta clasificación considera un TPDA<sub>d</sub> para el año horizonte se define como:

TPDA<sub>d</sub>: Año de inicio de estudios + Años de Licitación, Construcción + Año de Operación

C1 = Equivale a carretera de mediana capacidad

C2 = Equivale a carretera convencional básica y camino básico

C3 = Camino agrícola/forestal

Se define como años de operación (n); al tiempo comprendido desde la inauguración del proyecto hasta el término de su vida útil, teniendo las siguientes consideraciones:

Proyectos de rehabilitación y mejoras.....n = 20 años

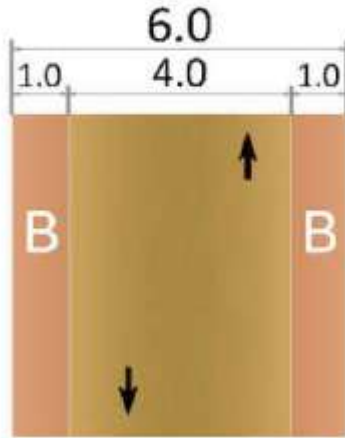
Proyectos especiales de nuevas vías.....n = 30 años

Mega Proyectos Nacionales.....n = 50 años

## **2 A. 202.2.2 Clasificación según desempeño de las Carreteras**

Según lo establecido en el Plan Estratégico de Movilidad PEM, según su desempeño se clasifican de la siguiente manera:

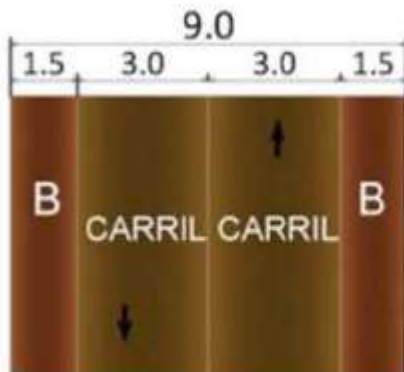
### Camino Agrícola / Forestal



**Velocidad de Proyecto: 40 km/h**  
**Pendiente máxima: 16%**

### Camino Básico

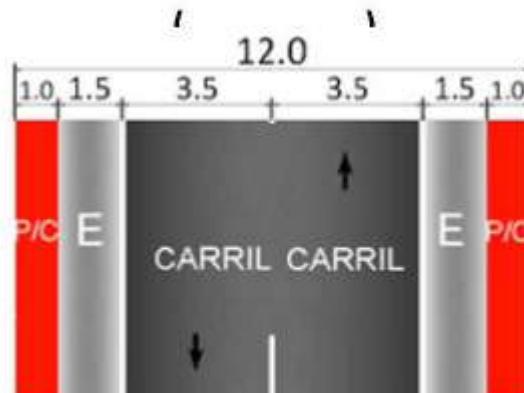
(  )



**Velocidad de Proyecto: 60 km/h**  
**Pendiente máxima: 14%**

### Carretera Convencional

**Básica**



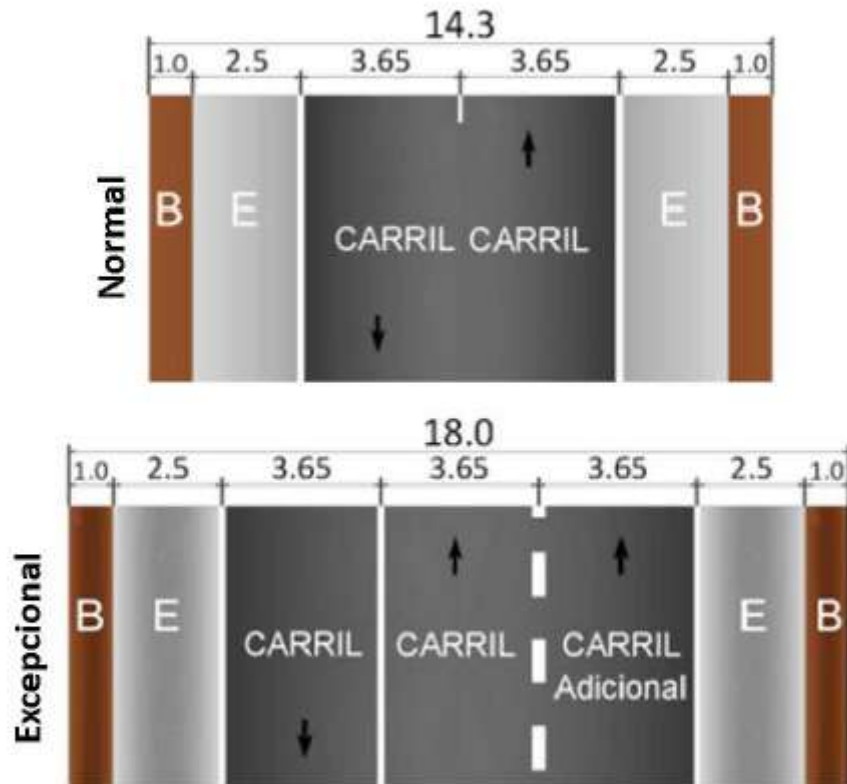
**Velocidad de Proyecto: 80 km/h**  
**Pendiente máxima: 10%**

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



### Carretera de Mediana Capacidad

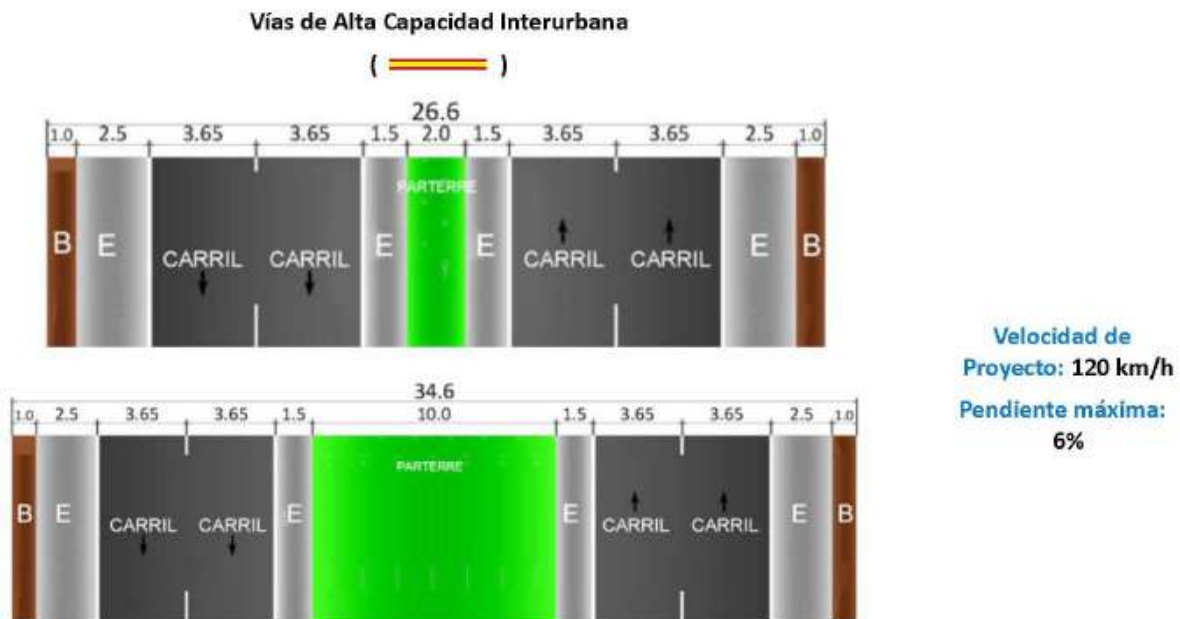
(  )



Velocidad de Proyecto: 100 km/h

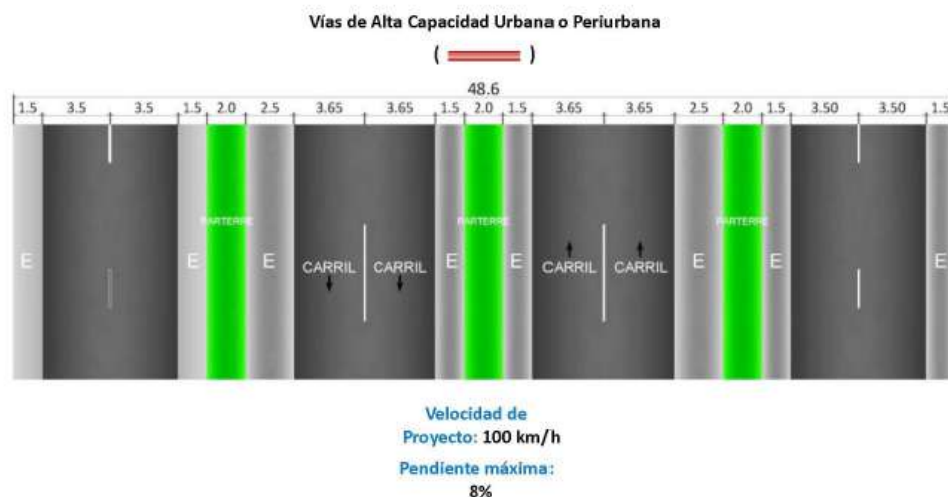
Pendiente máxima: 8%





Las vías de alta capacidad deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Control total de acceso, no se podrá acceder a la autopista desde las propiedades colindantes.
- Sin cruces a nivel con ninguna otra vía de comunicación, ni servidumbre de paso.
- Calzadas separadas para cada sentido de la circulación, salvo en puntos singulares o con carácter temporal. La separación será preferentemente mediante una franja de terreno no destinada a la circulación y excepcionalmente con otros medios físicos.



de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

Las vías de alta capacidad deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Control total de acceso, no se podrá acceder a la autopista desde las propiedades colindantes.
- Sin cruces a nivel con ninguna otra vía de comunicación, ni servidumbre de paso.
- Calzadas separadas para cada sentido de la circulación, salvo en puntos singulares o con carácter temporal. La separación será preferentemente mediante una franja de terreno no destinada a la circulación y excepcionalmente con otros medios físicos. (Arq. María de los Ángeles Duarte Pesantez, 2013)

### **2 A.204.2.3 Radios Mínimos y sus correspondientes Grados Máximos de Curva**

Los radios mínimos son los valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relacionan con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño. Un vehículo se sale de control en una curva, ya sea porque el peralte o sobreelevación de la curva no es suficiente para contrarrestar la velocidad, o porque la fricción lateral entre las ruedas y el pavimento es insuficiente y se produce el deslizamiento del vehículo.

Un vehículo derrapa en las curvas debido a la presencia de agua o arena sobre la superficie de rodamiento. El uso de radios más reducidos solamente puede lograrse a costas de incómodas tasas de sobreelevación o apostando a coeficientes de fricción lateral que pueden no estar garantizados por la adherencia de las llantas (calidad, grado de desgaste del grabado, presión, etc.) con la superficie de rodamiento de la carretera.

Una vez establecido el máximo factor de sobreelevación ( $e$ ), los radios mínimos de curvatura horizontal se pueden calcular utilizando la fórmula presentada en 2 A.204.2.1 “*Curvatura Horizontal y Sobreelevación*”, que es la siguiente:

$$R = V^2 / (127 (e + f))$$

Donde:

R = Radio mínimo de curva, en metros

e = Tasa de sobreelevación en fracción decimal

f = Factor de fracción lateral, que es la fuerza de fracción dividida por la masa perpendicular al pavimento

V = Velocidad de diseño, en kilómetros por hora

El grado de curva o de curvatura (Gc) es el Angulo sustentado en el centro de un círculo de radio R por un arco de 100 pies o de 20 metros, según el sistema de medidas utilizado. Para nuestro país, que se rigen por el sistema métrico, se utiliza la siguiente expresión para el cálculo de D:

$$Gc = 1145.92 / R$$

Utilizando los valores recomendados para el factor de fricción (f) y la tasa de super elevación o peralte, se ha preparado la tabla 2 A.204-03 donde se presentan los radios mínimos y grados máximos de curvatura para diferentes velocidades de diseño, aplicando la formula Gc.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

**Tabla 4.** A.204-03 Radios mínimos y Grados máximos de Curvatura para distintas Velocidades de Diseño.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 4%			Peralte máximo 6%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	33.7	35	32° 44'	30.8	30	38° 12'
40	0.17	60.0	60	19° 06'	54.8	55	20° 50'
50	0.16	98.4	100	11° 28'	89.5	90	12° 44'
60	0.15	149.2	150	7° 24'	135.0	135	8° 29'
70	0.14	214.3	215	5° 20'	192.9	195	5° 53''
80	0.14	280.0	280	4° 05'	252.0	250	4° 35'
90	0.13	375.2	375	3° 04'	335.7	335	3° 25'
100	0.12	492.1	490	2° 20'	437.4	435	2° 38'
110	0.11	635.2	635	1° 48'	560.4	560	2° 03'
120	0.09	872.2	870	1° 19'	755.9	775	1° 29'

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	395	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 55'

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p. 156

Nota: Cifras redondeadas para radios y grados recomendados

## 2 A.204.2.4 Curvas Horizontales de Transición

Para dar seguridad al recorrido de los vehículos desde una sección en recta o tangente de una carretera a una determinada curva horizontal circular, los conductores desarrollan a su manera y en ocasiones invadiendo el carril vecino, una curva que podría denominarse de transición. En los nuevos diseños se ha vuelto práctica común intercalar una curva de transición, que facilite a los conductores el recorrido seguro y cómodo de la curva, manteniendo el vehículo inscrito dentro de su carril sin experimentar la violencia de la fuerza centrífuga que es propia de la circulación por dicha curva. El requerimiento especial de una curva de transición consiste en que su radio de curvatura pueda decrecer gradualmente desde el infinito en la tangente que se conecta con la espiral (TE) – ver figura 2 A.204-03 – hasta el final de la espiral en su

enlace con la curva circular (EC). (Arq. María de los Ángeles Duarte Pesantez, 2013)

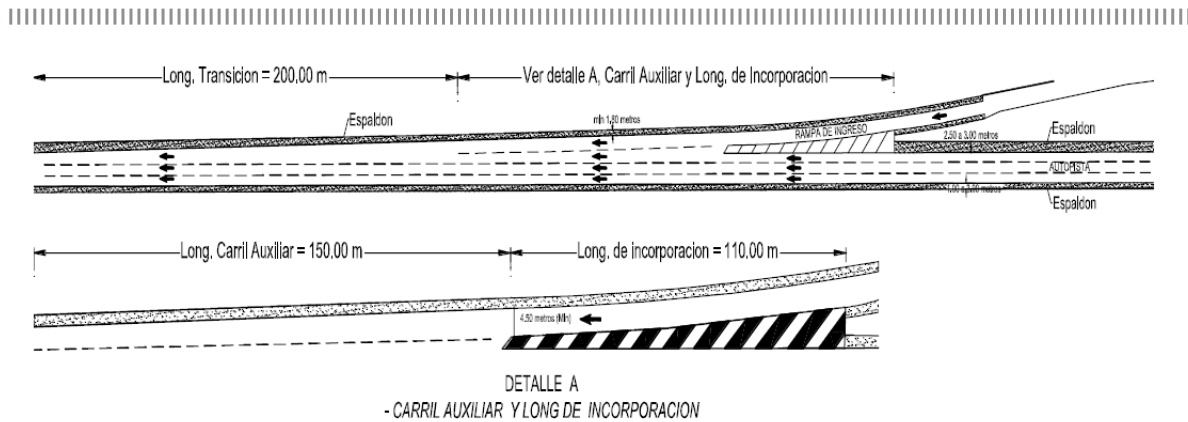
**2 A.204.5.5 e) Longitud de transición, carril auxiliar y de incorporación.**

Los carriles de aceleración y deceleración en intercambios de tráfico presentan diferentes características ya anotadas para intersecciones. Pero el éxito para el buen funcionamiento de un intercambiador consiste en la provisión de los apropiados carriles para el cambio de velocidad, para que los vehículos al entrar a la rampa y reducir la velocidad, lo hagan sin interferir inconvenientemente con el movimiento en los carriles principales y que, igualmente, al integrarse dichos vehículos al flujo principal, justo al salir de la rampa, lo hagan a velocidades compatibles con las del flujo mayor, para que el flujo vehicular conserve su régimen de operación libre sin turbulaciones.

Estos carriles de cambio de velocidad, incluyendo las áreas de transición, son concebidos para que la aceleración y deceleración de los vehículos que salen de o entren a las rampas, se desarrolle en unas extensiones virtuales de las rampas, que siguen un recorrido paralelo a los carriles principales.

Construir intercambios sin la dotación de carriles de aceleración, es una invitación clara al fracaso funcional de la solución en el corto o en el mediano plazo.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Figure 19.** A.204-30 Longitud de transición, carril auxiliar y de incorporación.

La longitud de transición deberá tener una longitud de 200 metros, en este segmento de transición es donde nace o muere el carril auxiliar.

Para estandarizar, la Longitud de Carril Auxiliar debe tener una longitud mínima de 150 metros, en este segmento se cuenta desarrollado totalmente el carril auxiliar para el ingreso al ramal de servicio.

La longitud de incorporación o salida de 110 metros es la longitud requerida como brecha de incorporación segura o brecha de bifurcación de salida segura. Al final de la nariz de bifurcación de salida pudiera luego instalarse atenuadores de accidentes para reducir la severidad de los mismos en caso de su eventualidad. (Arq. María de los Ángeles Duarte Pesantez, 2013)

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

## **CAPÍTULO II** ESTUDIO DE SUELO



de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



## 2.1. Tipos de investigación

El cierre técnico del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa deja como resultado un área que podría quedar expuesta al abandono y bastante degradada por la contaminación de los desechos depositados en ella, por lo cual se convierte en un problema dando origen a una investigación aplicada para dar la solución respectiva al problema visualizado.

### 2.1.2 Población y muestra

### 2.1.3 Población

El Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa



**Imagen 1.** Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa.

### 2.1.4 Muestra

Se toma como muestra el área del terreno en estudio, la topografía, las características físicas y ambientales tales, tipo de suelo, tipo de relleno de la basura, usos que se da a los predios aledaños y los impactos ambientales en el proceso de operación y clausura del relleno sanitario.



### **2.1.5 Método de investigación**

Documental, exploratorio, empírico, bibliográfico.

### **2.1.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

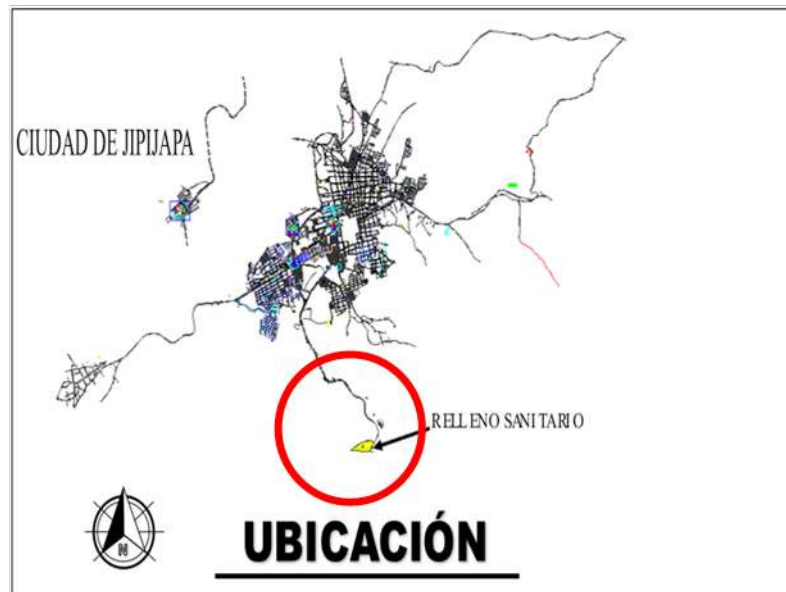
#### **2.1.7 Técnicas**

La medición, observación, cálculos de los ensayos de laboratorios de suelos, sondeos elaborados con el SPT (Ensayo de penetración estándar), evaluación de alternativas.

#### **2.1.8 Instrumentos**

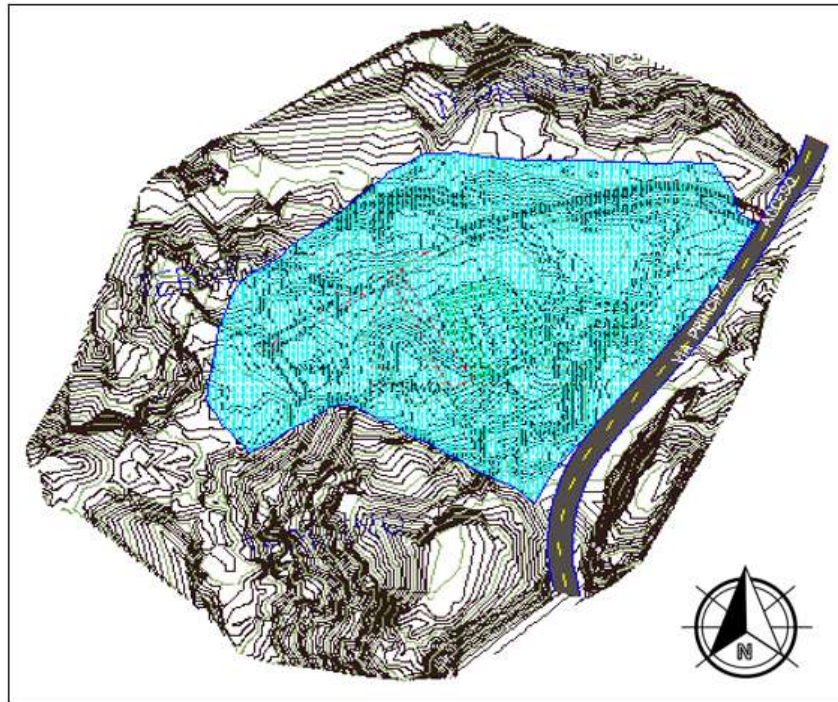
Estación total, Global Positioning System (GPS), AutoCAD, CivilCAD, Equipos de Ensayo de penetración estándar.

### **2.1. Levantamiento de la información**

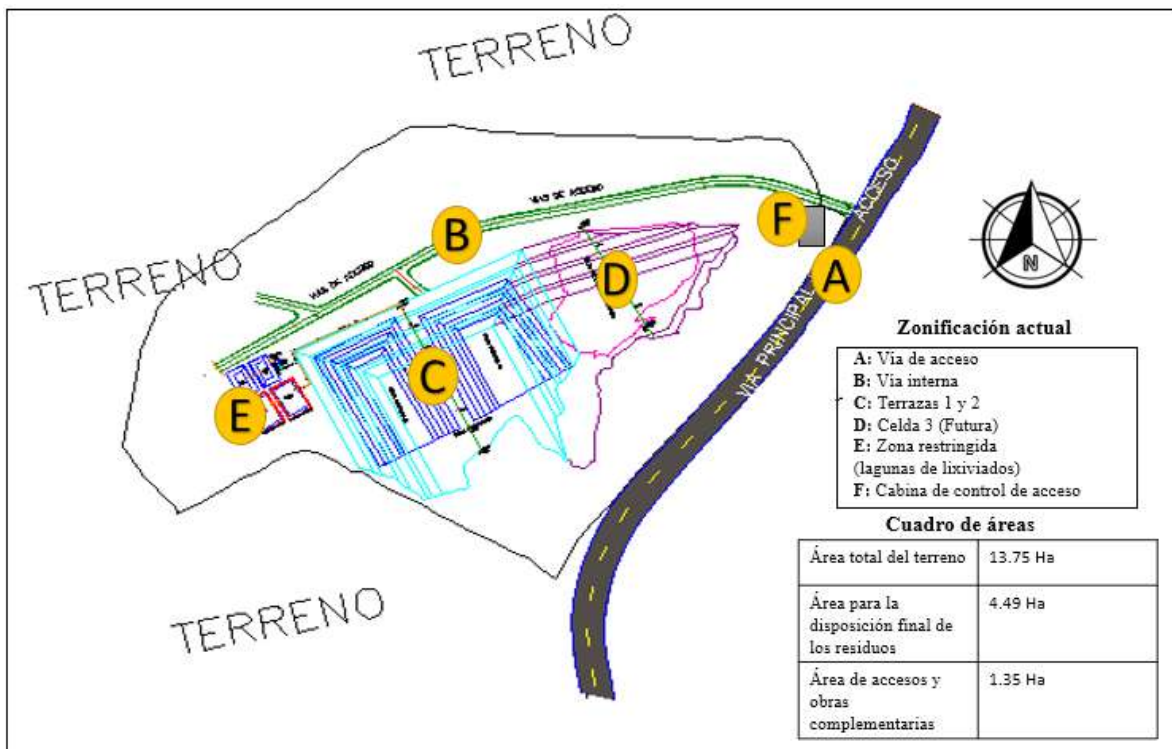


**Imagen 2.** Ubicación del terreno a intervenir.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Imagen 3.** Topografía actual del terreno a intervenir.



**Imagen 4.** Estado actual del terreno a intervenir.

## **Características actuales del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa**

### **Ubicación:**

La ubicación del relleno sanitario está a 2.5 km de la vía Guayaquil – Jipijapa.

### **Área:**

Tiene un área de 13.75 Ha.

### **Topografía:**

Tiene una topografía regular.

### **Tipo de suelo:**

Siendo su tipo de suelo arcilloso,

### **Accesibilidad:**

El acceso se encuentra en la intersección con la vía a Guayaquil, el ingreso principal tiene una longitud de 550 metros.

### **Tipo de relleno sanitario:**

Siendo un relleno sanitario tipo mecanizado ya que se utilizan maquinarias pesadas para el proceso de descarga, esparcido, compactación y cobertura de las celdas.

### **Paisaje:**

Teniendo un paisaje rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.

### **Impactos ambientales:**

Los impactos ambientales negativos son el movimiento de tierra, descarga y tendido de desechos, evacuación de gases, mientras que los impactos ambientales positivos son la compactación de desechos, tratamiento de residuos orgánicos, cobertura final.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

## **2.2 Análisis de datos**

El relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa de acuerdo a sus características generales consta con un área de 13.75 hectáreas aproximadamente, se realizó la topografía la cual el terreno se muestra regular, consta con taludes que según estudios realizados actualmente no superan el FS (factor de seguridad) que debe ser  $\geq 1.5$ , por lo tanto los taludes son estables; mediante los sondeos elaborados con el SPT (Ensayo de penetración estándar) basándose en la norma técnica del Instituto Ecuatoriano de Normalización - INEN 689, la cual hace referencia a la Asociación Americana de Ensayos de materiales – American Society of Testing Materials - ASTM D1586; el resultado que se obtuvo en el laboratorio del tipo de suelo fue arcilloso, y por lo general los suelos arcillosos denominados suelos pesados comprenden un 72% del total del territorio de Jipijapa. Para conocer cuál es la alternativa adecuada se realizaron varios estudios y una evaluación de propuestas donde cada una deberá cumplir con los parámetros establecidos.

Para la selección de la propuesta se consideraron varios criterios los cuales se detallan a continuación: Técnicos, Ambiental y seguridad, Social y Económico, la aplicación de estos criterios obedece a la búsqueda de la alternativa que logre alcanzar el mayor puntaje de acuerdo a la ponderación establecida. La cual consiste en una calificación baja, media y alta con un valor de 1,3 y 5 respectivamente de la evaluación subjetiva y asociada con la evaluación de pesos se determina cuál de las tres alternativas expuestas a continuación es la apropiada:

1. Instalación de parques
2. Recuperación ambiental e instalaciones administrativas con espacios públicos de recreación
3. Construcción de zonas residenciales

**Tabla 5.** Evaluación subjetiva.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROPUESTAS PARA EL USO DEL SUELO DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTON JIPIJAPA POSTERIOR AL CIERRE TÉCNICO				
CRITERIOS DE EVALUACION	Peso	ALTERNATIVAS		
		INSTALACION DE PARQUES	RECUPERACION AMBIENTAL E INTALACIONES ADMINISTRATIVAS CON ESPACIOS PUBLICOS DE RECREACION	CONSTRUCCION DE ZONAS RESIDENCIALES
<b>TECNICOS</b>				
COSTOS DE INVERSIÓN	20%	1	3	1
FLEXIBILIDAD		1	5	1
PROCESOS CONSTRUCTIVOS		3	3	1
<b>AMBIENTAL Y SEGURIDAD</b>				
IMPACTO AMBIENTAL	30%	3	5	1
INTEGRACIÓN AL ENTORNO		5	5	3
SALUD OCUPACIONAL		3	3	3
<b>SOCIAL</b>				
ACEPTACIÓN DEL PROYECTO	32%	5	5	1
VINCULACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL		3	5	3
GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO		1	5	1
<b>ECONOMICO</b>				
SALUD PÚBLICA	18%	1	3	1
TURISMO		5	3	1
GENERACIÓN DE EMPLEO		3	3	3
<b>RESULTADO</b>		<b>34</b>	<b>48</b>	<b>20</b>

**Elaborado por:** María Vélez Párraga 2021

**Tabla 6.** Evaluación por pesos.

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PROPUESTAS PARA EL USO DEL SUELO DEL RELLENO SANITARIO DEL CANTON JIPIJAPA POSTERIOR AL CIERRE TÉCNICO				
CRITERIOS DE EVALUACION	Peso	ALTERNATIVAS		
		INSTALACION DE PARQUES	RECUPERACION AMBIENTAL E INTALACIONES ADMINISTRATIVAS CON ESPACIOS PUBLICOS DE RECREACION	CONSTRUCCION DE ZONAS RESIDENCIALES
<b>TECNICOS</b>				
COSTOS DE INVERSIÓN	20%	0.2	0.6	0.2
FLEXIBILIDAD		0.2	1	0.2
PROCESOS CONSTRUCTIVOS		0.6	0.6	0.2
<b>AMBIENTAL Y SEGURIDAD</b>				
IMPACTO AMBIENTAL	30%	0.9	1.5	0.3
INTEGRACIÓN AL ENTORNO		1.5	1.5	0.9
SALUD OCUPACIONAL		0.9	0.9	0.9
<b>SOCIAL</b>				
ACEPTACIÓN DEL PROYECTO	32%	1.6	1.6	0.32
VINCULACIÓN Y PARTICIPACIÓN SOCIAL		0.96	1.6	0.96
GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO		0.32	1.6	0.32
<b>ECONOMICO</b>				
SALUD PÚBLICA	18%	0.18	0.54	0.18
TURISMO		0.9	0.54	0.18
GENERACIÓN DE EMPLEO		0.54	0.54	0.54
<b>VALORACION FINAL</b>		<b>8.8</b>	<b>12.52</b>	<b>5.2</b>

**Elaborado por:** María Vélez Párraga 2021

### 2.2.1 Descripción de resultados

La manera de ocupación del área es el resultado de las directrices y lineamientos, así como de las características específicas que presenta el área de estudio.

De acuerdo a estudios realizados y a la evaluación realizada obtuvimos que la propuesta más favorable para el uso de suelo del Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa después del cierre técnico es la recuperación ambiental e instalaciones administrativas con espacios públicos de recreación, a continuación tenemos el diseño y la zonificación que

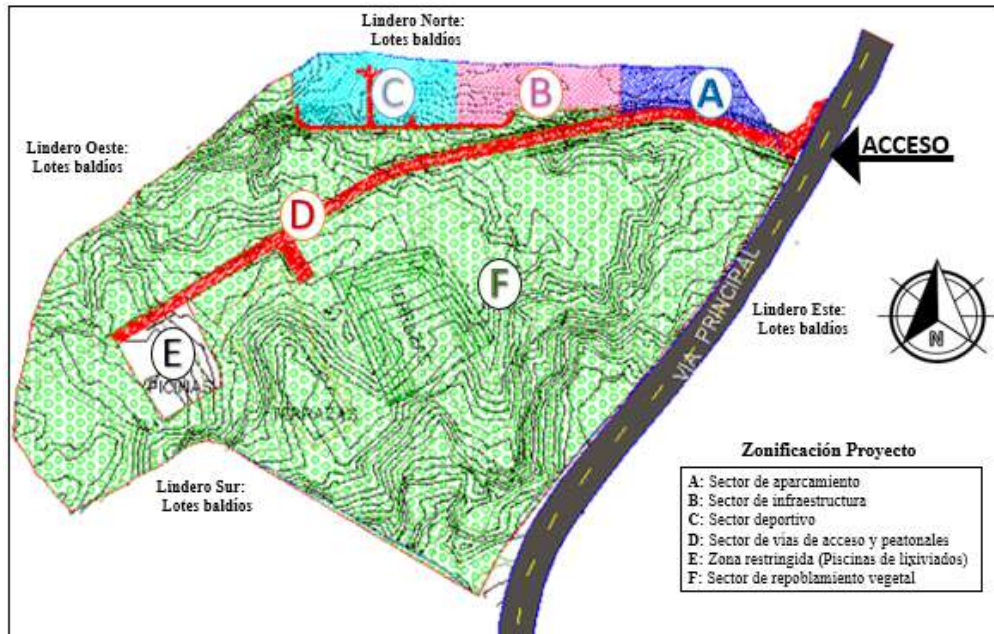
de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

se ha constituido en unidades de actuación (denominadas sectores), que mantienen características similares, quedando conformado de la siguiente manera:

1. Sector A de aparcamiento vehicular.
2. Sector B de infraestructura.
3. Sector C deportivo.
4. Sector D de vías de acceso vehicular y caminos peatonales.
5. Sector E zona restringida (lagunas de lixiviados).
6. Sector F de repoblamiento vegetal.

**Tabla 7.** Características y Zonificación del terreno a intervenir.

<b>Características y Zonificación del terreno a intervenir</b>									
Ubicación	Está situado a 2.5 km al sur de Jipijapa por la vía a Guayaquil. Sus coordenadas son: <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">X</td> <td style="text-align: center;">Y</td> </tr> <tr> <td>Punto 1: 17546750 E</td> <td>9846900 N</td> </tr> <tr> <td>Punto 2: 17547350 E</td> <td>9846550 N</td> </tr> <tr> <td>Punto 3: 17547100 E</td> <td>9846700 N</td> </tr> </table>	X	Y	Punto 1: 17546750 E	9846900 N	Punto 2: 17547350 E	9846550 N	Punto 3: 17547100 E	9846700 N
X	Y								
Punto 1: 17546750 E	9846900 N								
Punto 2: 17547350 E	9846550 N								
Punto 3: 17547100 E	9846700 N								
Área	13.75 ha (137500 m <sup>2</sup> )								
Topografía	Regular								
Accesibilidad	Su ingreso es a partir de la intersección de la vía Jipijapa – Guayaquil a la altura de 2.5 km.								
Paisaje	Está rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.								
Infraestructura básica	El proyecto cuenta con agua potable, saneamiento, calles y caminos internos y electrificación.								
Aspectos que potencian la propuesta del proyecto	La aportación al medio ambiente mediante la reforestación de las zonas degradadas como las celdas de disposición de los desechos. La propuesta es flexible a cambios debido a esto se plantea un proyecto a futuro cuando el riesgo de contaminación sea nulo, donde se modificará la propuesta actual siendo una alternativa la adaptación de un parque que impulse al desarrollo y turismo de la ciudad de Jipijapa.								
Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta	La existencia de las piscinas de lixiviados provenientes de los residuos sólidos depositados en las celdas requieren de un tratamiento técnicamente adecuado, la protección a las zonas de cultivos de maíz que existen alrededor del área de estudio.								



**Imagen 5.** Zonificación del terreno a intervenir en el presente proyecto (Anexo Plano N°4).



**Imagen 6.** Diseño de propuesta del proyecto (Anexo Plano N°5).

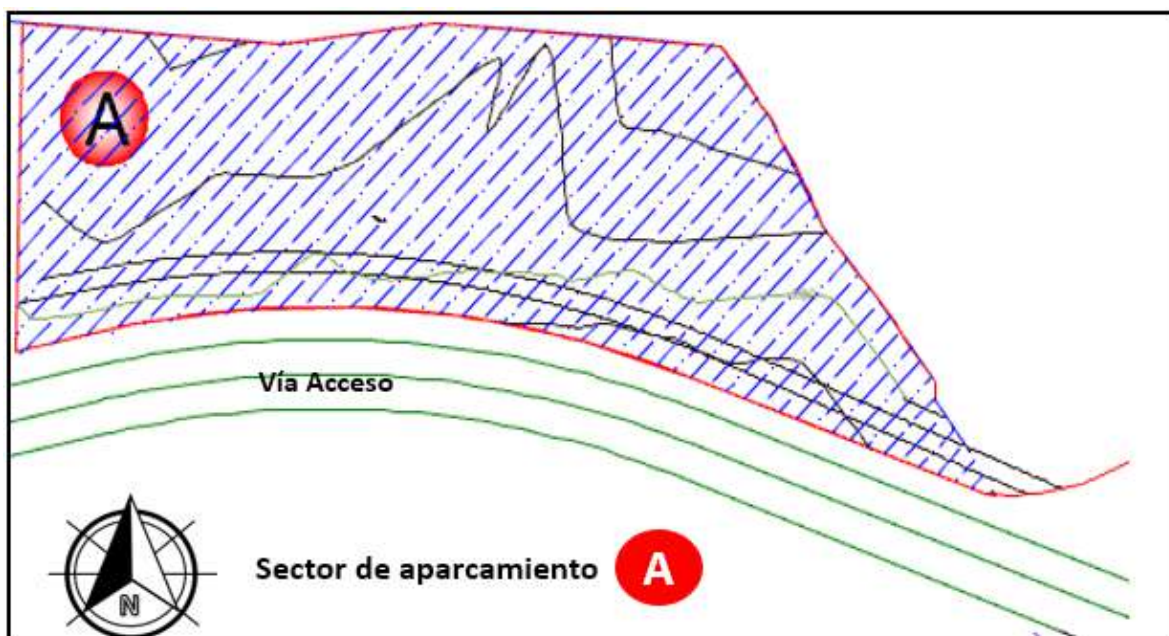
de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



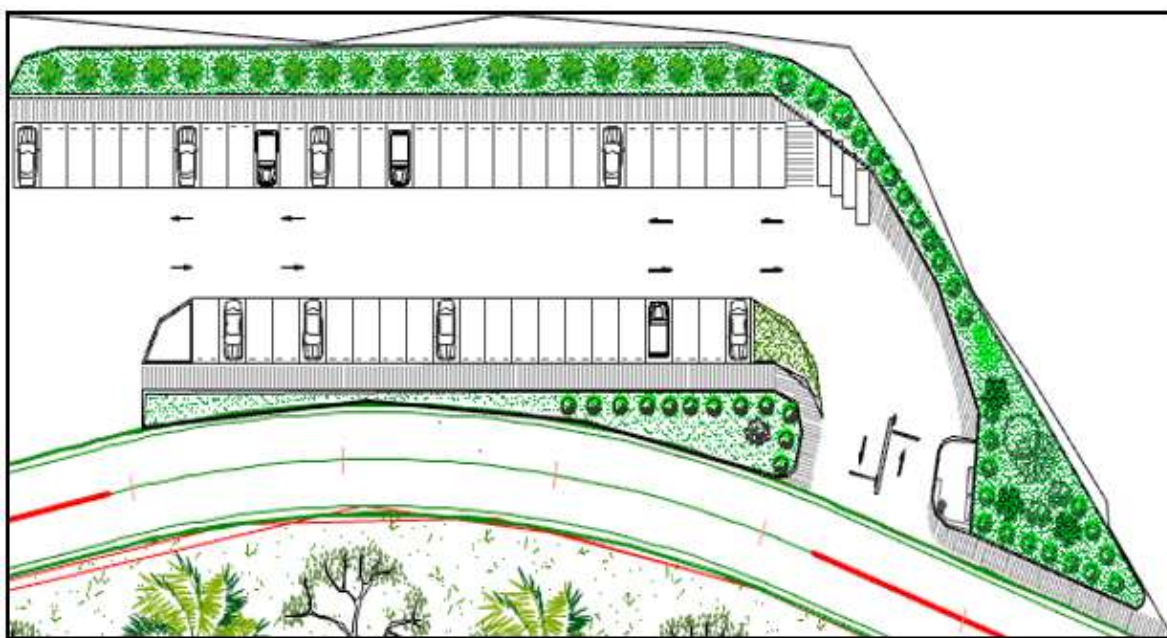
**Tabla 8.** Características del área de aparcamiento.

<b>Características del área de aparcamiento</b>	
<b>Ubicación</b>	Está situado al norte del área de estudio con relación a la vía interna y acceso principal.
<b>Área</b>	3012.669 m <sup>2</sup>
<b>Topografía</b>	Irregular, el movimiento de suelo de esta área es utilizado para el recubrimiento de la nueva celda, lo cual facilitaría el desbroce y nivelación del terreno a una cota de 275 metros.
<b>Accesibilidad</b>	Su ingreso es a partir de la intersección de la vía Jipijapa – Guayaquil km 2.5.
<b>Paisaje</b>	Está rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.
<b>Infraestructura básica</b>	El proyecto cuenta con calles y caminos internos y electrificación.
<b>Aspectos que potencian la propuesta para el proyecto</b>	Cubrir la demanda de espacios destinados al aparcamiento de vehículos que ingresen a esta área, de esta manera se ofrece la facilidad de ingreso sin obstaculizar la circulación vehicular.
<b>Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta</b>	El tipo de suelo.





**Imagen 7.** Topografía de área de aparcamiento.



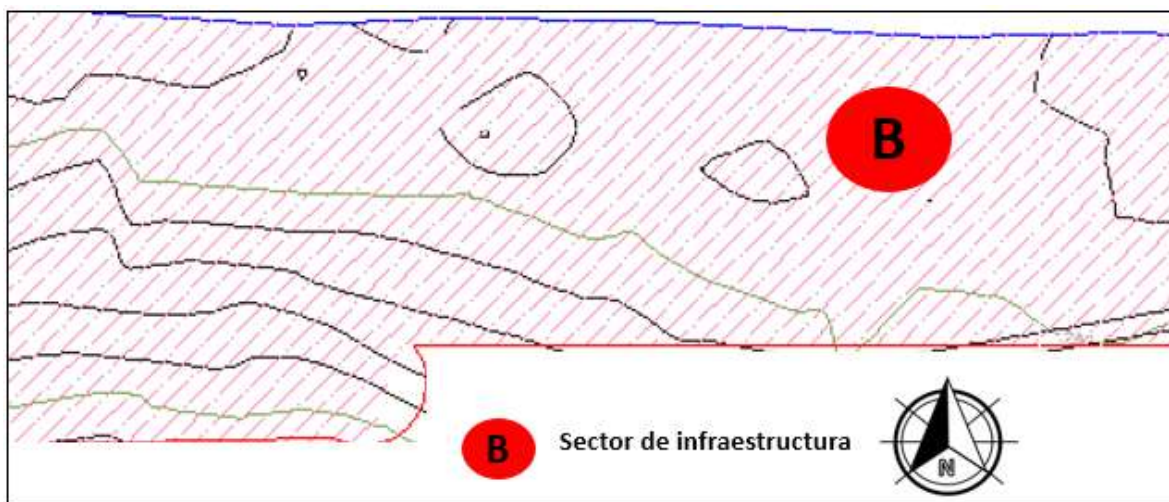
**Imagen 8.** Diseño del sector de aparcamiento (Anexo Plano N°3).

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

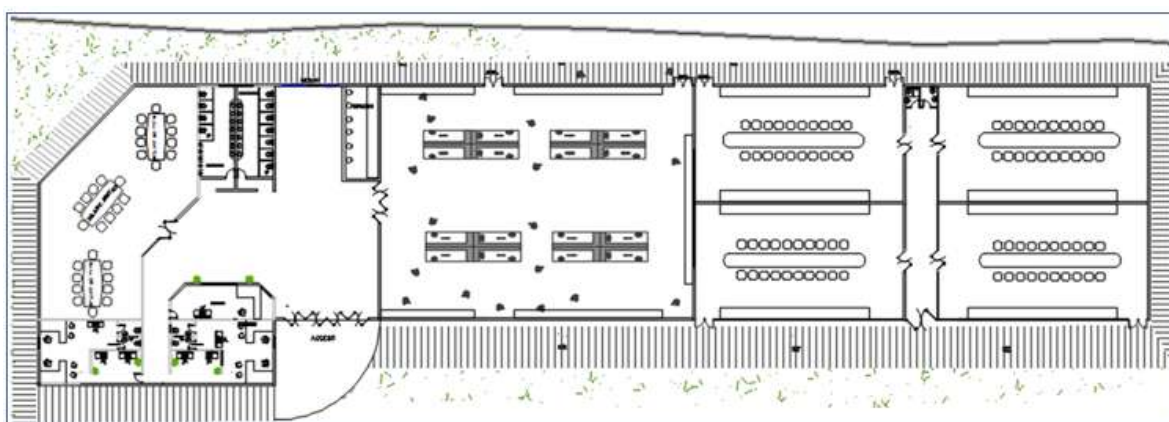


**Tabla 9.** Características del sector de infraestructura.

<b>Características del sector de infraestructura</b>	
<b>Ubicación</b>	Está situado al costado izquierdo del sector de aparcamiento.
<b>Área</b>	4152.564 m <sup>2</sup>
<b>Topografía</b>	Regular, el área donde será ubicado este sector estará ubicado a una cota de 275 metros.
<b>Accesibilidad</b>	El acceso a este sector de infraestructuras como lo son: las oficinas, museo y laboratorios es mediante los caminos peatonales que rodean este sector.
<b>Paisaje</b>	La fauna que alberga la zona son el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.
<b>Infraestructura básica</b>	Cada una de las infraestructuras cuenta con los servicios básicos como agua potable, saneamiento, electrificación y acceso peatonal a cada una de ellas.
<b>Aspectos que potencian la propuesta para el proyecto</b>	La zona de infraestructura está conformada por: las oficinas destinadas para el personal del área de Higiene del GAD municipal de Jipijapa, el museo perteneciente también al GAD municipal de Jipijapa resaltando así la identidad del Jipijapense, y por último los laboratorios de la facultad de Ciencias Técnicas de la Unesum la cual aportará con un proyecto de vinculación con la sociedad para el respectivo cultivo y mantenimiento de todas las áreas verdes que serán repobladas en el proyecto.
<b>Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta</b>	El tipo de suelo.



**Imagen 9.** Topografía del terreno correspondiente al área de infraestructura.



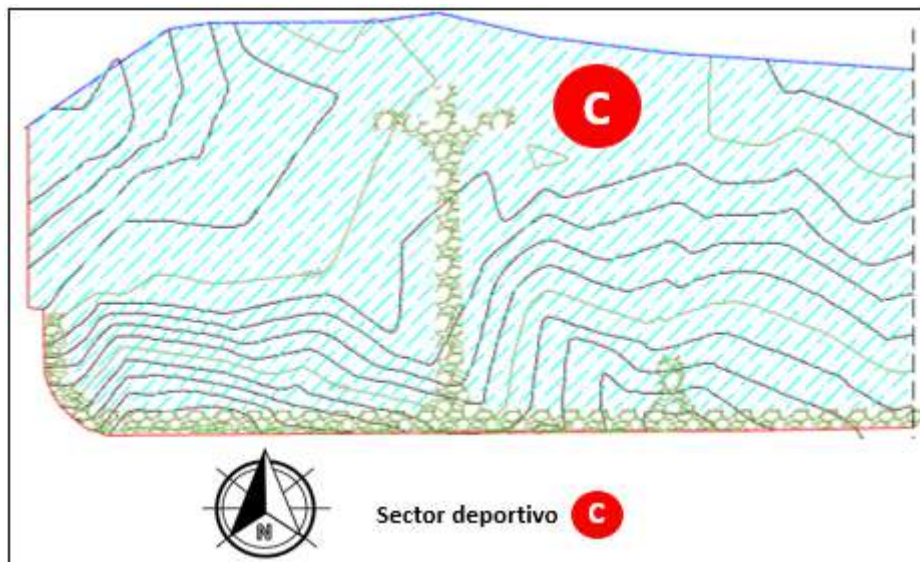
**Imagen 10.** Diseño del sector de infraestructura (Anexo Plano N°3).

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

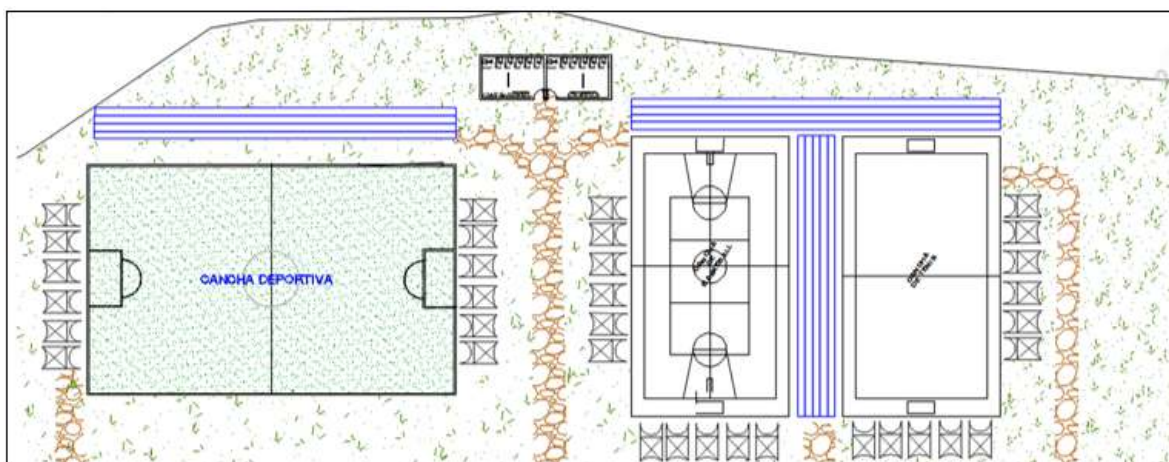


**Tabla 10.** Características del sector deportivo.

<b>Características del sector deportivo</b>	
<b>Ubicación</b>	Con orientación al área total de estudio el sector deportivo se encuentra en la parte norte a un costado del sector de infraestructuras.
<b>Área</b>	5069.851 m <sup>2</sup>
<b>Topografía</b>	Regular
<b>Accesibilidad</b>	Su accesibilidad es a través de los caminos peatonales los cuales rodean este sector.
<b>Paisaje</b>	Está rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.
<b>Infraestructura básica</b>	Este sector cuenta con los servicios básicos como agua potable, saneamiento, electrificación y acceso peatonal.
<b>Aspectos que potencian la propuesta del proyecto</b>	El sector deportivo es una herramienta de actividad física que permite al ser humano el despliegue de energía física a gran escala y también fortalece la interacción y lazos de confraternidad entre los habitantes de una sociedad, cuenta con canchas deportivas de fútbol y múltiples.
<b>Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta</b>	Las piscinas de lixiviados provenientes de los residuos sólidos depositados en las celdas que requieren de un tratamiento especializado.



**Imagen 11.** Topografía correspondiente al área deportiva.



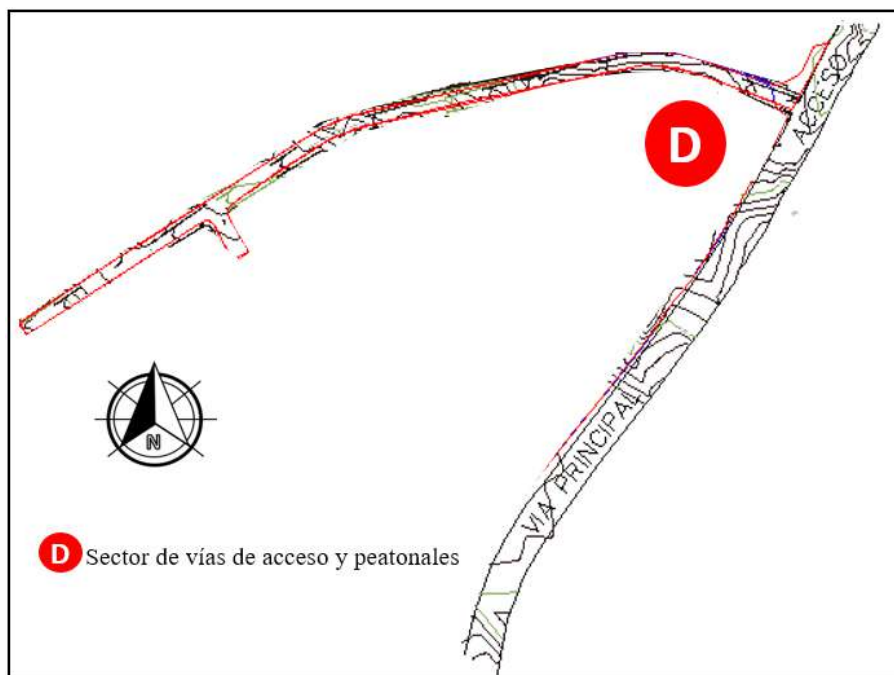
**Imagen 12.** Diseño del sector deportivo (Anexo Plano N°3).

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

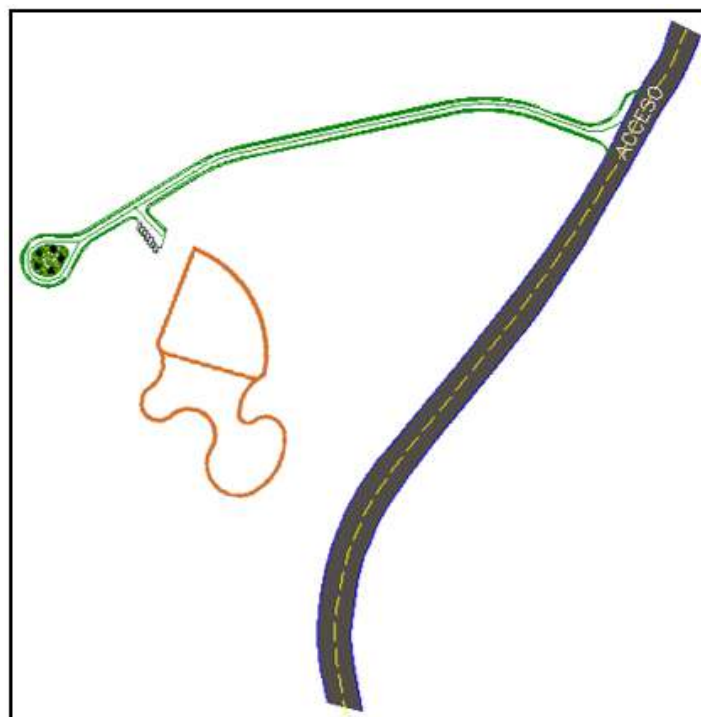


**Tabla 11.** Características del sector de vías.

<b>Características del sector de vías</b>	
<b>Ubicación</b>	La vía interna está conectada con la vía principal de acceso, los caminos peatonales se encuentran alrededor de las obras complementarias del área total de estudio.
<b>Área</b>	5525.804 m <sup>2</sup>
<b>Topografía</b>	Regular
<b>Accesibilidad</b>	Son las vías de acceso, internas y caminos peatonales que conectan todas las componentes intrínsecas del diseño propuesto.
<b>Paisaje</b>	Está rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.
<b>Infraestructura básica</b>	Este sector contaría con una vía de dos carriles con electrificación, cunetas y aceras, y AALL.
<b>Aspectos que potencian la propuesta del proyecto</b>	Las vías de comunicación permiten la facilidad al usuario trasladarse sin obstaculización alguna. La calzada de esta vía es de 9 m, con cunetas en sus dos costados de 50 cm de ancho y aceras en ambos costados de 1.20 m de ancho.
<b>Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta</b>	La existencia de las piscinas de lixiviados provenientes de los residuos sólidos depositados en las celdas que requieren de un tratamiento especializado.



**Imagen 13.** Topografía correspondiente al área de vías de acceso e internas y caminos peatonales.



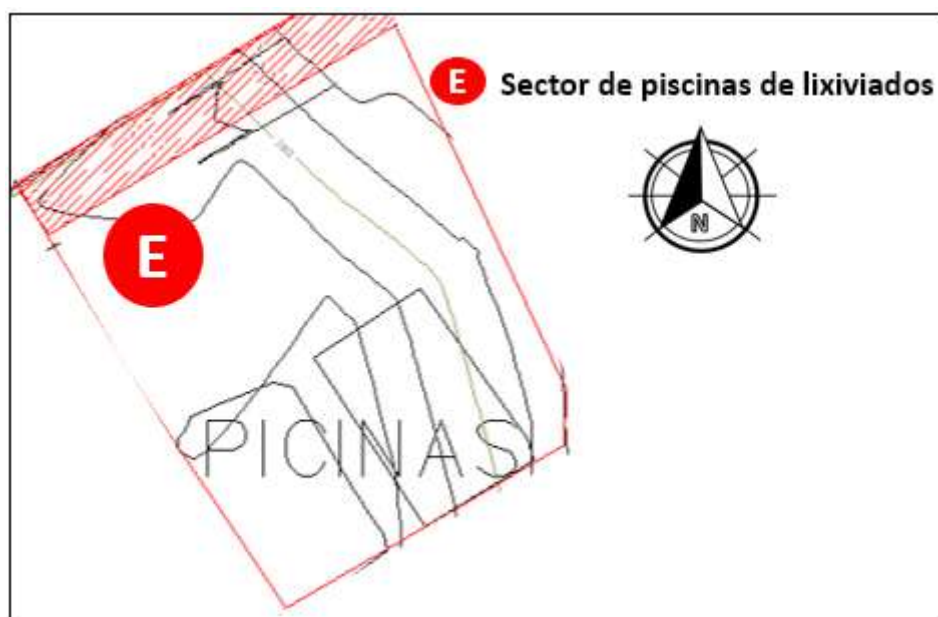
**Imagen 14.** Diseño del sector de vías (Anexo Plano N°2).

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

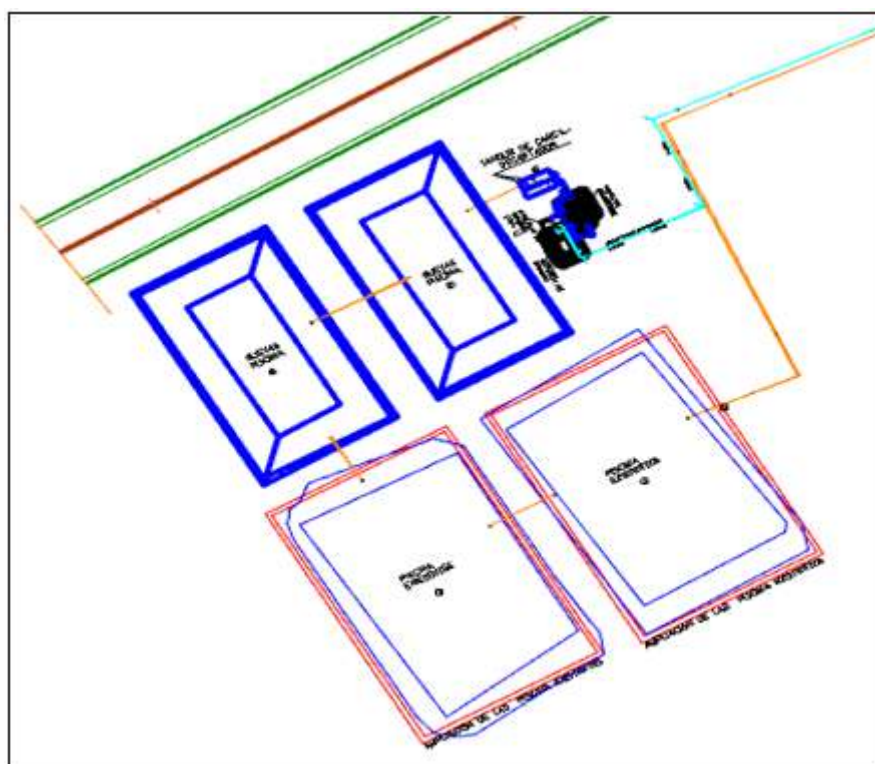
**Tabla 12.** Características del sector zona restringida (lagunas de lixiviados).

<b>Características del sector zona restringida (lagunas de lixiviados)</b>	
<b>Ubicación</b>	Está situado al este del área total de estudio.
<b>Área</b>	3525.153 m <sup>2</sup>
<b>Topografía</b>	Regular
<b>Accesibilidad</b>	La laguna de lixiviados es accesible mediante la vía interna que se despliega hasta donde están ubicadas las piscinas para llevar el control respectivo.
<b>Paisaje</b>	Está rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán y cardo.
<b>Infraestructura básica</b>	Las piscinas de lixiviados cuentan con las instalaciones de drenajes horizontales y verticales al interior del relleno.
<b>Aspectos que potencian la propuesta del proyecto</b>	Las piscinas de lixiviados esta provista de material impermeable aislante del contacto entre los residuos para proteger los estratos inferiores del suelo del relleno sanitario.
<b>Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta</b>	La existencia de las piscinas de lixiviados provenientes de los residuos sólidos depositados en las celdas que requieren de un tratamiento especializado.





**Imagen 15.** Topografía correspondiente al sector de laguna de lixiviados.



**Imagen 16.** Diseño del sector de laguna de lixiviados.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Tabla 13.** Características del sector de repoblamiento vegetal.

<b>Características del sector de repoblamiento vegetal</b>	
<b>Ubicación</b>	Este sector abarca gran parte del área total de estudio desde el norte, sur y oeste de la misma.
<b>Área</b>	112972.97 m <sup>2</sup>
<b>Topografía</b>	Irregular
<b>Accesibilidad</b>	Se encuentra interconectada por caminos peatonales.
<b>Paisaje</b>	Está rodeado por especies vegetales nativas de la zona como el ceibo, algarrobo, guayacán, cardo y las demás obras complementarias del área estudiada.
<b>Infraestructura básica</b>	Este sector contará con instalaciones de riego.
<b>Aspectos que potencian la propuesta del proyecto</b>	El repoblamiento vegetal consiste en la arborización y plantación de un vivero ambos cuentan con camineras, los árboles se plantarán a una distancia de 2 metros, cumplen con varias funciones de tal manera que reducen el impacto ambiental que ocasionan los desechos sólidos depositados en las celdas, se convierte en un pulmón para el ambiente que permite la desintoxicación del mismo, además fomenta la generación de conocimiento por parte de los estudiantes de la facultad de ciencias naturales de la Unesum, donde ponen en práctica lo aprendido en las aulas de clases.
<b>Condiciones del terreno a considerarse en la propuesta</b>	La existencia de las piscinas de lixiviados provenientes de los residuos sólidos depositados en las celdas que requieren de un tratamiento especializado, la emisión de gases.



**Imagen 17.** Topografía correspondiente al sector de repoblamiento vegetal.



**Imagen 18.** Diseño del sector de repoblamiento vegetal.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico

## Muestras del proceso de investigación

### 1.- Relleno Sanitario de la ciudad de Jipijapa



**Muestra 1.** Área de explotación del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.



**Muestra 2.** Área de explotación del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.



**Muestra 3.** Área de celdas.



**Muestra 4.** Celda n°1 del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Muestra 5.** Celda n°2 del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.



**Muestra 6.** Área de laguna de lixiviados.



**Muestra 7.** Piscinas de lixiviados del relleno sanitario de la ciudad de Jipijapa.



**Muestra 8.** Toma de puntos para georreferenciación con el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

de acuerdo a sus características, posterior al cierre técnico



**Muestra 9.** Toma de puntos para georreferenciación con el uso del Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

## Resultados estudios de suelo

### Sondeo N°1

**Permeabilidad, Capacidad de carga, Densidad Saturada y Consistencia.**

PROFUNDIDAD	N° GOL-PES	PERMEABILIDAD	DENSIDAD SATURADA gr/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD DE CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CONSISTENCIA	TIPO DE SUELO
0.55 – 1.00	6	Impermeable	1.76 – 1.92	0.5 – 1	Media	CH
1.55 – 2.00	3.5	Impermeable	1.60 – 1.76	0.25 – 0.5	Blanda	CH
2.55 – 3.00	10	Impermeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CH
3.55 – 4.00	11	Impermeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CH
4.55 – 5.00	12	Muy poco permeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	MH
5.55 – 6.00	17	Impermeable	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0	Muy rígida	OH



### Sondeo N°2

#### Permeabilidad, Capacidad de carga, Densidad Saturada y Consistencia.

PROFUNDIDAD	N° GOL-PES	PERMEABILIDAD	DENSIDAD SATURADA gr/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD DE CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CONSISTENCIA	TIPO DE SUELO
0.55 – 1.00	9.5	Muy poco permeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	MH
1.55 – 2.00	16	Impermeable	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0	Muy rígida	CH
2.55 – 3.00	22	Impermeable	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0	Muy rígida	CH
3.55 – 4.00	21	Impermeable	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0	Muy rígida	OH
4.55 – 5.00	20	Impermeable	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0	Muy rígida	OH
5.55 – 6.00	27	Impermeable	2.08 – 2.24	2.0 – 4.0	Muy rígida	CH

### Sondeo N°3

#### Permeabilidad, Capacidad de carga, Densidad Saturada y Consistencia.

PROFUNDIDAD	N° GOL-PES	PERMEABILIDAD	DENSIDAD SATURADA gr/cm <sup>3</sup>	CAPACIDAD DE CARGA kg/cm <sup>2</sup>	CONSISTENCIA	TIPO DE SUELO
0.55 – 1.00	8	Impermeable	1.76 – 1.92	0.5 – 1.0	Media	CH
1.55 – 2.00	12	Impermeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CH
2.55 – 3.00	10	Impermeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CH
3.55 – 4.00	11	Muy poco permeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CH
4.55 – 5.00	10	Muy poco permeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CL
5.55 – 6.00	13	Impermeable	1.92 – 2.08	1.0 – 2.0	Rígida	CL

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

# BIBLIOGRAFÍA



- Arias, P. &. (24 de Octubre de 2015). Informacion Ambiental en Hogares. Obtenido de [http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas\\_Ambientales/Hogares\\_2014/Documento\\_tecnico\\_Modulo\\_Ambiental\\_Hogares\\_2014.pdf](http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Hogares_2014/Documento_tecnico_Modulo_Ambiental_Hogares_2014.pdf)
- Caicedo, M. V. (2008). Estudio de impacto ambiental del proyecto de construcción, operación y mantenimiento del relleno sanitario de Jipijapa. Jipijapa: Alcaldía de Jipijapa.
- Cantos, G. N. (2018). Evaluación del Impacto Ambiental del Manejo del Relleno Sanitario: Metodología práctica sostenible ambiental en rellenos sanitarios. Jipijapa - Ecuador: Tapa Blanda.
- CEAMSE. (2015). Relleno Sanitario. Obtenido de <http://www.ceamse.gov.ar/glosario/relleno-sanitario/>
- Duarte Pesantez, M., Córdova Gonzales, B., & Torres Espinoza, M. (2013). Volumen n° 3 especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes. QUITO: NEVI - 12.
- Fabara, L. D. (2016). Propuesta de tratamiento de lixiviados: Relleno sanitario de la ciudad de Ambato. Ambato : Tapa Blanda.
- García De Cortázar, A., Szantó Narea, M., & Llamas, S. (2016). Cierre, sellado y reinserción de antiguos vertederos. Experiencias en Iberoamérica. Rev. Int. Contam. Ambie, 32(1), 123-139.
- Góngora Pérez, J. (2014). El reciclaje en Mexico. Comercio Exterior, 2-5. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/757/2/reciclaje\\_mexico.pdf](chrome-extension://efaidnbnmnibpcajpcglclefindmkaj/http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/757/2/reciclaje_mexico.pdf)
- González, C., Rincón, M., & Va, W. (2019). Ingeniería de vías. Diseño, trazado y localización de carreteras. Colombia: Alfaomega Colombiana.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, I. (2014). NTC 6081 – Productos sanitarios para diagnóstico in vitro. Medios de cultivo para microbiología. Colombia: Instituto Colombiano de



Normas Técnicas y Certificación, ICONTEC.

Jaramillo, L. J. (2017). Vías de bajo volumen de tránsito. Medellín: Universidad de Medellín.

Lexis. (2015). Reforma texto unificado legislación secundaria, medio ambiente, libro VI, Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Suplemento 2, 31/03/2003. Quito, Ecuador: Lexis Finder. Obtenido de [chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-61.pdf](https://chrome-extension://efaidnbnmnibpcjpcglclefindmkaj/https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Acuerdo-61.pdf)

Martínez, F. S. (2016). Pavimentos asfálticos de carreteras. Guía práctica para los estudios y diseños. Colombiana: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Meza Olmedo, M. (2015). Análisis y propuesta de aplicabilidad de métodos y técnicas de aprovechamiento, recuperación y evaluación de residuos sólidos urbanos. Quito, Pichincha, Ecuador.

Municipio de Jipijapa. (2015). Ordenanza Municipal. Cantón Jipijapa, para la gestión integral de los residuos sólidos. Obtenido de <http://www.oficial.ec/ordenanza-municipal-canton-Jipijapa-gestion-integralresiduos-solidos>

Municipalidad de Jipijapa. (2015). Art. 29 del Reglamento para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Infraestructuras de Disposición Final de Residuos Sólidos. Jipijapa: M.I. Jipijapa.

Oliver Acosta, E. P. (2015). Relleno sanitario. México: Panda.

Rojas, J. A. (2018). Aguas residuales industriales. Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Varios. (2014). Manual de carreteras. Sección: suelos y pavimentos. México: Empresa Editora Macro.

1ª EDICIÓN

# *Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario*

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico



Publicado en Ecuador  
Marzo del 2022

Edición realizada desde el mes de noviembre del 2021 hasta febrero del año 2022, en los talleres Editoriales de MAWIL publicaciones impresas y digitales de la ciudad de Quito

Quito – Ecuador

Tiraje 150, Ejemplares, A5, 4 colores; Offset MBO  
Tipografía: Helvetica LT Std; Bebas Neue; Times New Roman; en tipo fuente.

1<sup>RA</sup> EDICIÓN

# Propuesta del uso de suelo del relleno sanitario

de la ciudad de Jipijapa, de acuerdo a sus características,  
posterior al cierre técnico

## Autores Investigadores

- María Mercedes Vélez Párraga
- Denny Augusto Cobos Lucio
- Glider Nunilo Parrales Cantos
- Byron Patricio Baque Campozano
- Luis Alfonso Moreno Ponce
- Jaime Adrián Peralta Delgado
- Carlos José Zavała Vazques
- Martha Johana Álvarez Álvarez
- Julio Cesar Pino Tarragó

ISBN: 978-9942-602-25-1



© Reservados todos los derechos. La reproducción parcial o total queda estrictamente prohibida, sin la autorización expresa de los autores, bajo sanciones establecidas en las leyes, por cualquier medio o procedimiento.

**CREATIVE COMMONS RECONOCIMIENTO-NOCOMERCIAL-COMPARTIRIGUAL 4.0.**

