



FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A
LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERO CIVIL

SANITARIA

PREDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE
LIXIVIADOS PARA EL CANTÓN BABA PROVINCIA DE LOS RÍOS,
ECUADOR

AUTORAS: JOSELIN ANGÉLICA LEÓN CHÁVEZ
MARÍA ALEJANDRA RESTREPO RESTREPO

TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS SÁNCHEZ, M. Sc.

GUAYAQUIL, SEPTIEMBRE 2020

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Jehová por permitirme avanzar por el camino correcto durante toda mi carrera universitaria, por darme vida y fuerzas necesarias cada día. Agradezco a mis padres por siempre estar presentes con su apoyo incondicional tanto en los buenos como en los malos momentos, por motivarme y animarme a seguir avanzando a pesar de las circunstancias.

De igual manera a todos y cada uno de los miembros de mi familia que son mi razón de ser y existir, aquellos que me han formado, aconsejado e instruido viviré agradecida siempre con ellos.

Por último, agradezco a los docentes de la Institución y a nuestro tutor por ser aquella guía profesional que el estudiante tanto necesita.

Joselin Angélica León Chávez

Dedicatoria

Dedico este presente trabajo de titulación a Dios, a mis padres y a mi pareja por todo su apoyo en la carrera universitaria, son aquellos que me alentaron hasta el final para lograr este objetivo.

Agradezco de corazón a todas las personas que estuvieron presentes en este proceso que me alentaron, me dieron consejos, amor y estuvieron conmigo en los momentos más difíciles de este proceso.

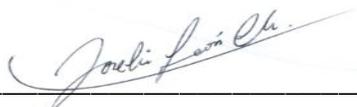
Quiero Agradecer a nuestro tutor el Ing. Armando Saltos Sánchez Msc. Por todos los conocimientos adquiridos y a la Universidad de Guayaquil y por ser una guía para alcanzar esta meta profesional, infinitas gracias.

María Alejandra Restrepo Restrepo

Declaración Expresa

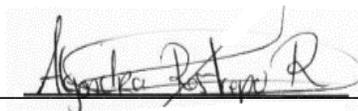
Artículo XI.- del Reglamento Interno de Graduación de la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Guayaquil.

La responsabilidad de los hechos, ideas y doctrinas expuestas en este Trabajo de Titulación corresponden exclusivamente al Autor y al Patrimonio Intelectual de la Universidad de Guayaquil.



León Chávez Joselin Angélica

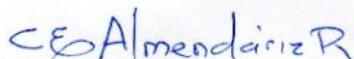
C.I. N°: 0955497540



Restrepo Restrepo María Alejandra

C.I. N°: 1205930777

Tribunal de Graduación



Presidente

Ing. Christian Armendáriz Rodríguez, Msc.



Revisor

Ing. Franklin Villamar Bajaña, Msc.



Vocal

Ing. Manuel Gómez De La Torre, Msc.



Universidad de Guayaquil

ANEXO VII.- CERTIFICADO PORCENTAJE DE SIMILITUD

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS

ESCUELA/CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Habiendo sido nombrado **Ing. Armando Saltos Sánchez Msc**, tutor del trabajo de titulación certifico que el presente trabajo de titulación ha sido elaborado por **León Chávez Joselin Angelica CI: 0955497540** y **Restrepo Restrepo Maria Alejandra CI: 1205930777**, con mi respectiva supervisión como requerimiento parcial para la obtención del título de: INGENIERO EN SISTEMAS COMPUTACIONALES.

Se informa que el trabajo de titulación: **“PREDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PARA EL CANTÓN BABA PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR”** ha sido orientado durante todo el periodo de ejecución en el programa antiplagio (indicar el nombre del programa antiplagio empleado) quedando el **9%** de coincidencia.

URKUND

Document Information

Analyzed document	TESIS RESTREPO-LEÓN F.docx (D80691242)
Submitted	10/5/2020 5:07:00 AM
Submitted by	
Submitter email	joselin02254@gmail.com
Similarity	9%
Analysis address	armando.saltos.ug@analysis.urkund.com

<https://secure.urkund.com/view/77193244-638196-214576>

Ing. Armando Saltos Sánchez Msc

TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

C.C.: 0907842231

FECHA: 07/10/2020

**ANEXO VI. - CERTIFICADO DEL DOCENTE- TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN****FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

Guayaquil, 07 de octubre 2020

Ingeniero
Javier Córdova Rizo, MSc.
DIRECTOR DE LA CARRERA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la tutoría realizada al Trabajo de Titulación **“PREDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PARA EL CANTÓN BABA PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR”** del (los) estudiante (s) **León Chávez Joselin Angelica y Restrepo Restrepo Maria Alejandra**, indicando que ha (n) cumplido con todos los parámetros establecidos en la normativa vigente:

- El trabajo es el resultado de una investigación.
- El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.
- El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.
- El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se adjunta el certificado de porcentaje de similitud y la valoración del trabajo de titulación con la respectiva calificación.

Dando por concluida esta tutoría de trabajo de titulación, **CERTIFICO**, para los fines pertinentes, que el (los) estudiante (s) está (n) apto (s) para continuar con el proceso de revisión final.

Atentamente,

Ing. Armando Saltos Sánchez Msc
TUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
C.C.: 0907842231
FECHA: 07/10/2020



ANEXO VIII.- INFORME DEL DOCENTE REVISOR
FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
ESCUELA/CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

Guayaquil, 11 de oct. de 2020

Ingeniero

Javier Córdova Rizo, MSc. DIRECTOR DE LA CARRERA CIVIL
FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL
Ciudad.-

De mis consideraciones:

Envío a Ud. el Informe correspondiente a la **REVISIÓN FINAL** del Trabajo de Titulación "**PREDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PARA EL CANTÓN BABA, PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR**", de las estudiantes **LEON CHAVEZ JOSELIN ANGELICA; RESTREPO RESTREPO MARIA ALEJANDRA**. Las gestiones realizadas me permiten indicar que el trabajo fue revisado considerando todos los parámetros establecidos en las normativas vigentes, en el cumplimiento de los siguientes aspectos:

Cumplimiento de requisitos de forma:

El título tiene un máximo de 19 palabras. La memoria escrita se ajusta a la estructura establecida.

El documento se ajusta a las normas de escritura científica seleccionadas por la Facultad. La investigación es pertinente con la línea y Sublínea de investigación de la carrera.

Los soportes teóricos son de máximo 5 años.

La propuesta presentada es pertinente.

Cumplimiento con el Reglamento de Régimen Académico:

El trabajo es el resultado de una investigación.

El estudiante demuestra conocimiento profesional integral.

El trabajo presenta una propuesta en el área de conocimiento.

El nivel de argumentación es coherente con el campo de conocimiento.

Adicionalmente, se indica que fue revisado, el certificado de porcentaje de similitud, la valoración del tutor, así como de las páginas preliminares solicitadas, lo cual indica que el trabajo de investigación cumple con los requisitos exigidos.

Una vez concluida esta revisión, considero que de los estudiantes **LEON CHAVEZ JOSELIN ANGELICA Y RESTREPO RESTREPO MARIA ALEJANDRA**, están aptos para continuar el proceso de titulación. Particular que comunicamos a usted para los fines pertinentes.

Atentamente,

ING. VILLAMAR BAJAÑA FRANKLIN WILFRIDO M.Sc.

C.C.: 0904846276

FECHA: 11/10/2020



Universidad de Guayaquil

ANEXO XII. - DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y DE AUTORIZACIÓN DE LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO EXCLUSIVA PARA EL USO NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

FACULTAD: CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

LICENCIA GRATUITA INTRANSFERIBLE Y NO COMERCIAL DE LA OBRA CON FINES NO ACADÉMICOS

Nosotras, **Joselin Angélica León Chávez** con C.I N° **0955497540**, **Restrepo Restrepo María Alejandra** con C.I N°**1205930777**, certificamos que los contenidos desarrollados en este trabajo de titulación cuyo título es “**PREDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PARA EL CANTÓN BABA PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR**”, son de nuestra absoluta propiedad y responsabilidad, en conforma al Artículo 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN, autorizamos la utilización de una licencia gratuita intransferible, para el uso no comercial de la presente obra a favor de la Universidad de Guayaquil.

Atentamente,

León Chávez Joselin Angélica
C.I 0955497540

Restrepo Restrepo María Alejandra
C.I 1205930777

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I

Generalidades

1.1	Introducción	1
1.2	Problemática.....	3
1.3	Hipótesis	4
1.4	Delimitación	4
1.5	Objetivos	6
1.5.1	Objetivo General.	6
1.5.2	Objetivos Específicos.	6

CAPÍTULO II

Marco Teórico

2.1	Antecedentes	7
2.2	Definición de un Botadero de Basura a Cielo Abierto o Basurero	8
2.3	Residuos Sólidos.....	9
2.3.1	Clasificación de los Residuos Sólidos.	10
2.3.2	Residuos Sólidos Municipales (RSM).....	11
2.4	Producción Per Cápita de Residuos Sólidos	11
2.5	Definición de un Relleno Sanitario.....	13
2.5.1	Componentes del Relleno Sanitario.	14
2.5.1.1	Celda.....	14
2.5.1.2	Berma.	15
2.5.1.3	Impermeabilización de la Celda.	15
2.5.1.4	Lixiviado.....	15
2.5.1.5	Frente de Trabajo.	15
2.5.1.6	Biogás.	16
2.5.1.7	Zona de Entrada y de Salida.	16
2.5.1.8	Sistema Vial.	16

2.5.1.9	Playa de Descargue.	16
2.5.1.10	La Basura.	16
2.5.1.11	Otras Obras.	17
2.5.2	Tipos de Relleno Sanitario.	17
2.5.2.1	Relleno Sanitario Mecanizado.	18
2.5.2.2	Relleno Sanitario Mecanizado.	18
2.5.2.3	Relleno Sanitario Manual.	19
2.5.3	Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario.	20
2.5.3.1	Relleno Sanitario Tipo Trinchera.	20
2.5.3.2	Relleno Sanitario Tipo Área.	22
2.5.3.3	Relleno Sanitario Tipo Rampa.	22
2.5.3.4	Relleno Sanitario Combinado Tipo Área y Rampa.	23
2.6	Tanque Séptico.	24
2.7	Humedales Artificiales.	24
2.7.1	Clasificación de los Humedales Artificiales.	26
2.7.1.1	Humedales de Flujo Subsuperficial.	27
2.7.1.1.1	Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal.	27
2.7.1.1.2	Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical.	28

CAPÍTULO III

Evaluación de Alternativas

3.	Información General.	29
3.1	Alternativa Evaluada N° 1.	29
3.2	Alternativa Evaluada N° 2.	30
3.3	Alternativa Evaluada N° 3.	32
3.3.1	Descripción del Área Seleccionada.	34

CAPÍTULO IV

Marco Metodológico

4.1	Selección del Lugar.....	35
4.2	Proyección de la Población.....	36
4.3	Producción Percápita.....	38
4.4	Volumen y Área Requerida para el Prediseño del Relleno Sanitario	39
4.4.1	Cantidad de Residuos Sólidos.....	39
4.4.1.1	Generación Diaria de Residuos S. Domiciliarios (RSD).....	39
4.4.1.2	Generación Diaria de Residuos Sólidos no Domiciliarios (RSND).....	40
4.4.1.3	Generación Anual de Residuos Sólidos Municipales (RSM).....	40
4.4.2	Volumen de Residuos Sólidos.....	41
4.4.2.1	Residuos Sólidos Compactados (VRSM _{DC}).....	41
4.4.2.2	Material de Cubierta (VMC _D).....	42
4.4.2.3	Residuos Sólidos Estabilizados (VRDME _A).....	42
4.4.2.4	Relleno Sanitario (VRSMT _A).....	43
4.4.3	Área.....	44
4.4.3.1	Área Total Anual Requerida A _r	44
4.4.3.2	Área para Infraestructura Auxiliar A _{AUX}	44
4.5	Prediseño de Relleno Sanitario.....	45
4.5.1	Volumen de Plataformas.....	45
4.5.2	Dimensionamiento de la Celda Diaria.....	46
4.6	Diseño de Drenaje de Aguas Lluvias	48
4.6.1	Intensidad de Lluvia.....	48
4.6.2	Caudal de Aguas Lluvias.....	48
4.6.3	Dimensionamiento de Canales de Drenaje Perimetrales.....	49
4.7	Generación de Lixiviados.....	50
4.7.1	Dimensionamiento de Drenes.....	51
4.8	Dimensionamiento del Tanque Séptico	52
4.9	Dimensionamiento de Humedal de Flujo Sub-superficial	53

CAPÍTULO V

Resultados

5.1	Selección del Sector	57
5.2	Proyección de la Población.....	60
5.3	Proyección de la Producción Percápita	61
5.4	Volumen y Área Requerida para el Prediseño del Relleno Sanitario	62
5.4.1	Cantidad de Residuos Sólidos.	62
5.4.2	Volumen de Residuos Sólidos.....	63
5.4.3	Área.....	64
5.5	Prediseño de Relleno Sanitario.....	65
5.5.1	Volumen de Plataformas.	65
5.5.2	Dimensionamiento de la Celda Diaria.	66
5.6	Diseño de Drenaje de Aguas Lluvias	67
5.6.1	Dimensiones de los Canales Perimetrales.	68
5.7	Generación de Lixiviados.....	71
5.7.1	Dimensionamiento de Drenes.	71
5.8	Dimensionamiento del Tanque Séptico	72
5.9	Dimensionamiento de Humedal de Flujo Sub-superficial	74
5.10	Presupuesto Referencial	77

CAPÍTULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1	Conclusiones	79
6.2	Recomendaciones.....	80

Bibliografía

Anexos

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Botadero a Cielo abierto del Cantón Baba.	4
Ilustración 2: Botadero a Cielo Abierto del Cantón Baba.	8
Ilustración 3: Organigrama Operacional de Residuos Sólidos.	9
Ilustración 4: Clasificación de los Residuos Sólidos.	10
Ilustración 5: Componentes de un Relleno Sanitario.	17
Ilustración 6: Bulldozer compactador de Residuos Sólidos.	18
Ilustración 7: Remolque para recolección de Residuos Sólidos.	19
Ilustración 8: Operación Manual de Residuos Sólidos.	20
Ilustración 9: Relleno Sanitario Tipo Trinchera.	21
Ilustración 10: Relleno Sanitario Tipo Área.	22
Ilustración 11: Relleno Sanitario Tipo Rampa.	23
Ilustración 12: Relleno Sanitario Tipo Combinado Área y Rampa.	23
Ilustración 13: Tanque Séptico.	24
Ilustración 14: Humedal Artificial Aireado.	26
Ilustración 15: Clasificación de los Humedales Artificiales.	26
Ilustración 16: Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal.	28
Ilustración 17: Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical.	28
Ilustración 18: Sector N°1.	30
Ilustración 19: Sector N°2.	31
Ilustración 20: Sector N°3.	33
Ilustración 21: Método del Prismoide.	46
Ilustración 22: Proyección Exponencial de la Población.	60

Ilustración 23: Dimensiones del canal Sector 1.....	68
Ilustración 24: Dimensiones del Canal Sector 2.	69
Ilustración 25: Dimensiones del Canal Sector 3.	70

Índice de Tablas

Tabla 1: Rangos de Producción Percápita.	12
Tabla 2: Datos de alternativa N°1.	30
Tabla 3: Datos de alternativa N°2.	31
Tabla 4: Datos de Alternativa N°3.	32
Tabla 5: Datos del Sector Seleccionado.	34
Tabla 6: Ponderación de Parámetros para Selección del Lugar.	35
Tabla 7: Calificación del Terreno.	36
Tabla 8: Censos Poblacionales.	37
Tabla 9: Aporte de PPC del Cantón Baba.	38
Tabla 10: Densidades de Residuos Sólidos.	41
Tabla 11: Densidades de Residuos Sólidos Estabilizados.	43
Tabla 12: Ecuación Intensidad Duración Frecuencia.	48
Tabla 13: Parámetros para la Identificación de Sitios.	57
Tabla 14: Proyección Anual de la Población.	60
Tabla 15: Producción Percápita Proyectada.	61
Tabla 16: Cantidad de Residuos Sólidos.	62
Tabla 17: Volumen de Residuos Sólidos.	63
Tabla 18: Áreas Requerida.	64
Tabla 19: Dimensiones y Volúmenes de las Plataformas.	65
Tabla 20: Dimensiones de las Celdas Diarias.	66
Tabla 21: Caudales según el área de aportación.	67
Tabla 22: Factor de Conducción.	67

Tabla 23: Canal Sector 1.....	68
Tabla 24: Canal Sector 2.....	69
Tabla 25: Canal Sector 3.....	70
Tabla 26: Análisis de Lixiviados del Botadero ubicado en la Ciudad de Babahoyo.....	74
Tabla 27: Porcentajes de Remoción.....	74
Tabla 28: Presupuesto Referencial.	77
Tabla 29: Resumen del Presupuesto.	78



RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (ESPAÑOL)
FACULTAD CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL

Título del Trabajo de Titulación: PREDISEÑO DEL RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PARA EL CANTÓN BABA PROVINCIA DE LOS RÍOS, ECUADOR

Autores: Joselin Angélica León Chávez,
María Alejandra Restrepo Restrepo

Tutor: Ing. Armando Saltos Sánchez, M. Sc.

RESUMEN

El Cantón Baba ubicado en la Provincia de Los Ríos con una población actual de 51.104 habitantes genera un total de 37 Ton/día de residuos sólidos, los cuales no cuentan con un lugar adecuado para su correcta y adecuada disposición final.

Es por esta razón que la elaboración de la presente tesina tiene como propósito evaluar un lugar adecuado para la ubicación de un relleno sanitario y pre diseñar el mismo; lo que permitirá mitigar en gran parte las molestias, enfermedades y vectores generados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos.

Se realizó la evaluación de diferentes parámetros a cada uno de los lugares previamente seleccionados, realizándose su respectivo análisis y ponderación. Se consideró entre ellos el lugar que menor impacto ambiental ocasionaba al medio convirtiéndose en una alternativa factible con un área de aproximadamente 89 Ha., estando además muy alejado de la ciudad, en este lugar seleccionado se pueden realizar

varias ampliaciones o varias etapas para el proyecto de relleno sanitario a futuro de 50 años.

Se propone también un sistema de tratamiento de lixiviados mediante el tradicional tanque séptico y un pantano seco también conocido como humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal.

En la presente investigación el dimensionamiento estará compuesto por plataformas las cuales se irán formando por medio de celdas diarias de residuos sólidos, serán 13 plataformas que se colocarán en forma piramidal cada una con su material de cobertura, con un total de área a utilizar de 8 Ha. para los primeros 25 años las que se presenten en este proyecto.

Palabras clave: RELLENO SANITARIO, CIERRE TÉCNICO, IMPACTOS AMBIENTALES, HUMEDALES ARTIFICIALES, LIXIVIADOS, TANQUE SÉPTICO.



**RESUMEN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN (INGLÉS)
FACULTAD CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

Title of the Degree Work: PRE-DESIGN OF THE SANITARY LANDFILL AND LEACHATE TREATMENT FOR THE CANTON BABA PROVINCE OF LOS RÍOS, ECUADOR

Authors: Joselin Angélica León Chávez

María Alejandra Restrepo Restrepo

Advisor: Ing. Armando Saltos Sánchez, M. Sc.

ABSTRACT

The Baba Canton located in the Los Ríos Province with a current population of 51,104 inhabitants generates a total of 37 Ton / day of solid waste, which does not have a suitable place for its correct and adequate final disposal.

It is for this reason that the purpose of preparing this thesis is to evaluate a suitable place for the location of a sanitary landfill and to pre-design it; This will largely mitigate the annoyances, diseases and vectors generated by the incorrect disposal of solid waste.

The evaluation of different parameters was carried out in each of the previously selected places, carrying out their respective analysis and weighting. Among them was considered the place that caused the least environmental impact on the environment, becoming a feasible alternative with an area of approximately 89 hectares, being also

very far from the city, in this selected place several extensions or several stages can be carried out for the project of landfill in the future of 50 years.

A leachate treatment system is also proposed using the traditional septic tank and a dry swamp, also known as a horizontal subsurface flow artificial wetland.

In the present investigation, the dimensioning will be composed of platforms which will be formed by means of daily solid waste cells, there will be 13 platforms that will be placed in a pyramidal shape each with its covering material, with a total area to be used of 8 There are for the first 25 years those that are presented in this project.

Keywords: LANDFILL, TECHNICAL CLOSURE, ENVIRONMENTAL IMPACTS, CONSTRUCTED WETLANDS, LEACHATE, SEPTIC TANK.

CAPITULO I

Generalidades

1.1 Introducción

Se define un relleno sanitario como aquella técnica ingenieril utilizada para el correcto confinamiento de los residuos sólidos generados por el ser humano, este se basa en agrupar los desechos en celdas geométricamente acondicionadas para realizar dicha función, reduciéndolos así en área y volumen. (Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, 2015, p. 284)

El relleno sanitario deberá cumplir una serie de parámetros para poder conservar el medio ambiente del lugar en el que sea ubicado, especialmente debe evitar la contaminación de cuerpos hídricos, suelo, atmósfera y como punto principal ser una molestia o un peligro para la salud de los habitantes.(Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, 2015, p. 384)

El Cantón Baba cuenta con un precario sistema de disposición final de desechos sólidos, un botadero a cielo abierto, el cual se ha convertido en un foco de contaminación ambiental.(AOIRCORP & GAD, 2014)

Es por esta razón que la presente tesina expone el Prediseño de un Relleno Sanitario dimensionado geométricamente de manera óptima, para que en él los residuos sólidos generados tanto por la cabecera cantonal Baba y Las Parroquias Guare, La Carmela y La Isla Bejucal; puedan ser clasificados, vertidos y distribuidos adecuadamente.

Dicho Prediseño está estructurado en base a un conjunto de normas, leyes, parámetros y procesos constructivos los cuales ayudarán a determinar no solo un lugar adecuado para ubicar el Relleno Sanitario si no también, para conocer su capacidad volumétrica, sus dimensiones, y el método de relleno apropiado de acuerdo al sitio y su topografía.

Se presentará también el Prediseño del tratamiento que se brindará a los lixiviados generados por el Relleno Sanitario, antes de su Prediseño se evaluara o muestrearan dichos lixiviados y, de acuerdo a los parámetros que este posee será seleccionado el tratamiento más oportuno para que estos puedan ser descargados cumpliendo los rangos permisibles impuestos por la Ley Ambiental evitando así la contaminación de cuerpos hídricos.

También se presentará un presupuesto tentativo de los posibles costos de construcción del relleno sanitario y las obras complementarias del mismo como lo son la caseta de seguridad, canal de aguas lluvias, cerramiento, barreras vivas o artificiales etc.

El presente proyecto tomará en cuenta normas, guías y manuales internacionales de ingeniería para el diseño de un relleno sanitario.(Alcívar, 2020)

1.2 Problemática

Por el momento el Cantón Baba cuenta con un botadero a cielo abierto en el cual la mayoría de los habitantes de la cabecera cantonal depositan los residuos sólidos que estos generan, sin antes realizarse la clasificación, el pesaje y el vertido correcto de los mismos; sin embargo el resto de los habitantes que moran en las parroquias rurales al no contar con un sistema de recolección proceden a depositar sus residuos de formas alternas provocando un abrupto impacto ambiental, uno mucho más grande que el generado por el botadero a cielo abierto.(GAD, 2019)

El botadero actual se encuentra en uso de forma permanente y está ubicado a una distancia relativamente corta del centro de la ciudad, a 250 m, ocupando un sitio plano a un costado de la vía de ingreso de una bananera; cabe recalcar que los desechos se encuentran acumulados en esta vía debido a que son descargados hasta este punto cuando el invierno llega.(GAD, 2019)

La afectación ambiental que produce el botadero no solo al suelo, el aire, la flora del cantón sino también a sus habitantes es directa debido su ubicación, en épocas de estiaje el botadero es considerado como el mayor foco de contaminación del aire ya que las altas temperaturas aceleran el proceso de descomposición de la materia orgánica generando así la presencia de gases tóxicos y malos olores; y junto con ellos vectores como lo son las moscas, roedores y las aves de carroña que proliferan en el lugar y llegan hasta la cabecera cantonal.

Y en épocas de invierno debido al sector inundable en el que se encuentra el botadero, se producen flujos y anegación provocando así una contaminación general y disuelta debido a las copiosas lluvias que se presentan. (GAD, 2019)



Ilustración 1: Botadero a Cielo abierto del Cantón Baba.

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

1.3 Hipótesis

El Prediseño de un relleno sanitario y el posterior tratamiento de los lixiviados generados por este, permitirán realizar una clasificación, separación y disposición final adecuada y ambientalmente segura de los residuos sólidos urbanos generados por el Cantón Baba y sus parroquias rurales.

1.4 Delimitación

La presente tesina trata sobre la incorrecta disposición final de desechos sólidos realizada en el Cantón Baba, Provincia de Los Ríos. Realizando un énfasis en los impactos ambientales que ha generado el botadero a cielo abierto y la quema de desechos en él, por más de una década hasta el año en curso.

Por esta razón como punto de partida se realizó un análisis de posibles sitios que cumplan con los parámetros ambientales, aptos para la implementación de un relleno sanitario el cual es el objetivo general de esta tesina; por ello se evaluaron los planos de los lugares alternos que fueron seleccionados y facilitados por el GAD Municipal del Cantón Baba; en estos planos consta el área disponible del lugar en hectáreas, el nombre del propietario y sus coordenadas.

También se tomaron los datos registrados en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Baba (PDyOT) como lo son Geología del lugar, Hidrología, Geomorfología, Sistema de Recolección de residuos sólidos entre otros; del documento titulado "Estudio Cierre Técnico Baba" se extrajo información actualizada sobre el botadero a cielo abierto y la producción per cápita generada por los habitantes del Cantón, este documento fue elaborado por el Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Baba y certificado por el Ministerio del Medio Ambiente.

Finalmente debido a la emergencia sanitaria y la imposibilidad de realizar estudios de campo; del documento titulado "Diseño de Celda Emergente Mancomunada de Babahoyo" se tomó información sobre las características de los lixiviados generados por el botadero a cielo abierto existente en la Ciudad de Babahoyo, sus parámetros y por ende los rangos que estos poseen; es por esta razón que el presente proyecto trabaja con estos valores referenciales para realizar el tratamiento de los lixiviados.

- Limitación Espacial: Cantón Baba, Provincia de Los Ríos.
- Limitación Temporal: 3 meses.

- Limitación de sectores a analizar: Sectores La Estrella, Altamisa y Mantuano. Se tomarán los datos proporcionados por el personal de recolección de basura presente en el botadero a cielo abierto.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General.

Efectuar el Prediseño de un relleno sanitario para la correcta disposición final de desechos sólidos producidos por los habitantes del cantón Baba, Provincia de Los Ríos - Ecuador.

1.5.2 Objetivos Específicos.

- Seleccionar un lugar adecuado que cumpla las normativas ambientales para la disposición final de desechos sólidos producidos en el cantón Baba.
- Analizar los parámetros ambientales del área en la cual se implementará el relleno sanitario.
- Localizar canteras aledañas para el recubrimiento de los desechos sólidos.
- Definir un sistema adecuado de tratamiento de lixiviados producidos por la descomposición de los desechos sólidos.
- Estimar el presupuesto referencial del relleno sanitario.

CAPITULO II

Marco Teórico

2.1 Antecedentes

Todas y cada una de las actividades del hombre generan desechos de distinta clase; en otras palabras, la basura es el subproducto de las actividades realizadas por el ser humano. (Collazos, 2001)

Desde tiempos antiguos los desechos han variado de acuerdo al estilo de vida que el hombre ha tenido; a medida que el tiempo ha avanzado, el hombre, su modo de vida y los desechos que este generaba cambiaron juntamente; es por esta razón que aparecieron ya no solo desechos biodegradables, sino también los desechos de tejidos, de papel, de metales, los plásticos, los industriales, los hospitalarios, los radioactivos entre otros.(Collazos, 2001)

Y es así que, ante la excesiva cantidad de desechos y el inminente problema de su disposición final, el hombre ha perseguido y ensayado distintos métodos para solucionarlo empezando así la creación de los botaderos de basura los cuales hasta la actualidad se pueden observar ya sea dentro de las ciudades, cerca y lejos de ellas; entre estos métodos también está la quema de desechos y el realizar compost, pero ninguno de estos ha resultado del todo factible es por esta razón que nace la idea del Relleno Sanitario el cual de todos los métodos parece ser hasta la actualidad, el más adecuado para la disposición final de los desechos sólidos.(Collazos, 2001)

2.2 Definición de un Botadero de Basura a Cielo Abierto o Basurero

Se denomina botadero al sitio en que los residuos sólidos son desechados sin previa separación, o tratamiento alguno; este lugar no se regirá por ningún criterio técnico ambiental o control sanitario el cual evalúe una posible contaminación o futuros impactos ambientales y con el tiempo se transforma en el hábitat de fauna o vectores transmisores de múltiples enfermedades.(Jaramillo, 2002, p. 41)



Ilustración 2: Botadero a Cielo Abierto del Cantón Baba.

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

2.3 Residuos Sólidos

Los residuos sólidos pueden ser definidos como las sustancias, productos o subproductos desechados por su consumidor los cuales pueden estar en estado sólido o semisólido, estos son considerados comúnmente como "basura".(OEFA, 2013)

La (Ley General de Residuos Sólidos, 2000) Concluye que los residuos sólidos deben ser manipulados bajo un sistema que incluya las siguientes operaciones o procesos:

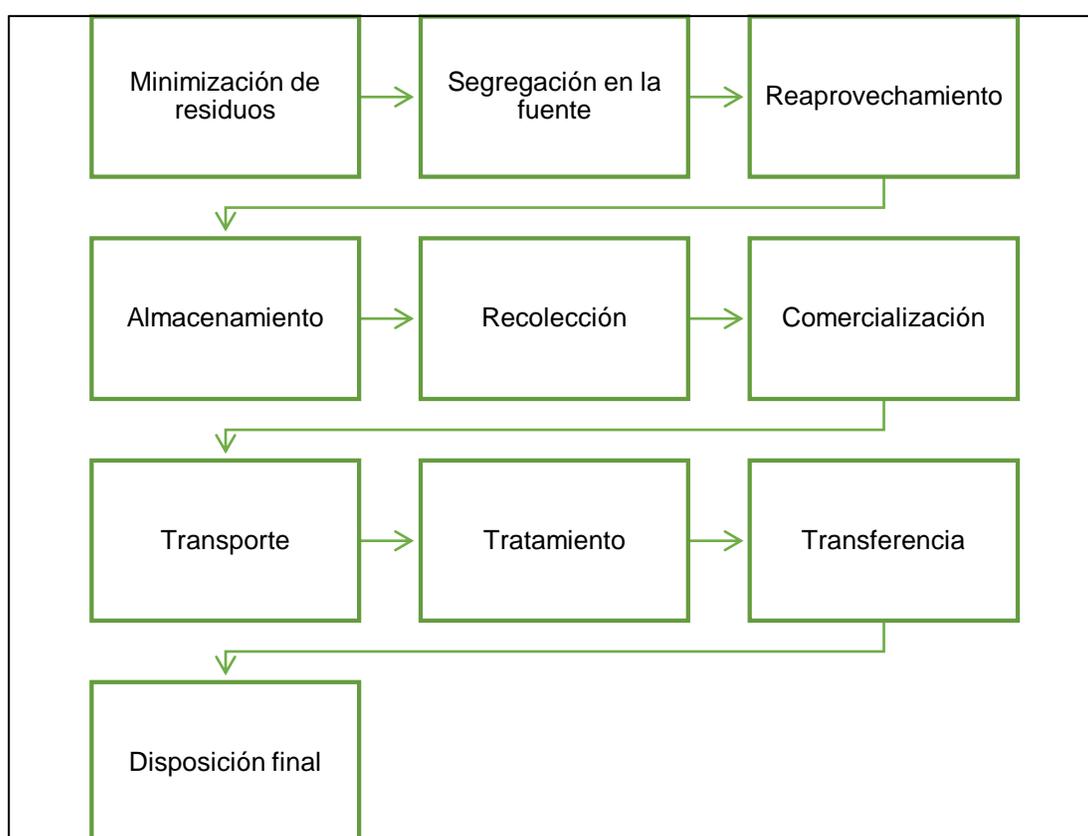


Ilustración 3: Organigrama Operacional de Residuos Sólidos.

Fuente: (Ley General de Residuos Sólidos, 2000)

Elaborado por: León Joselín, Restrepo María

2.3.1 Clasificación de los Residuos Sólidos.

La (OEFA, 2013) Clasifica los residuos sólidos de la siguiente manera:

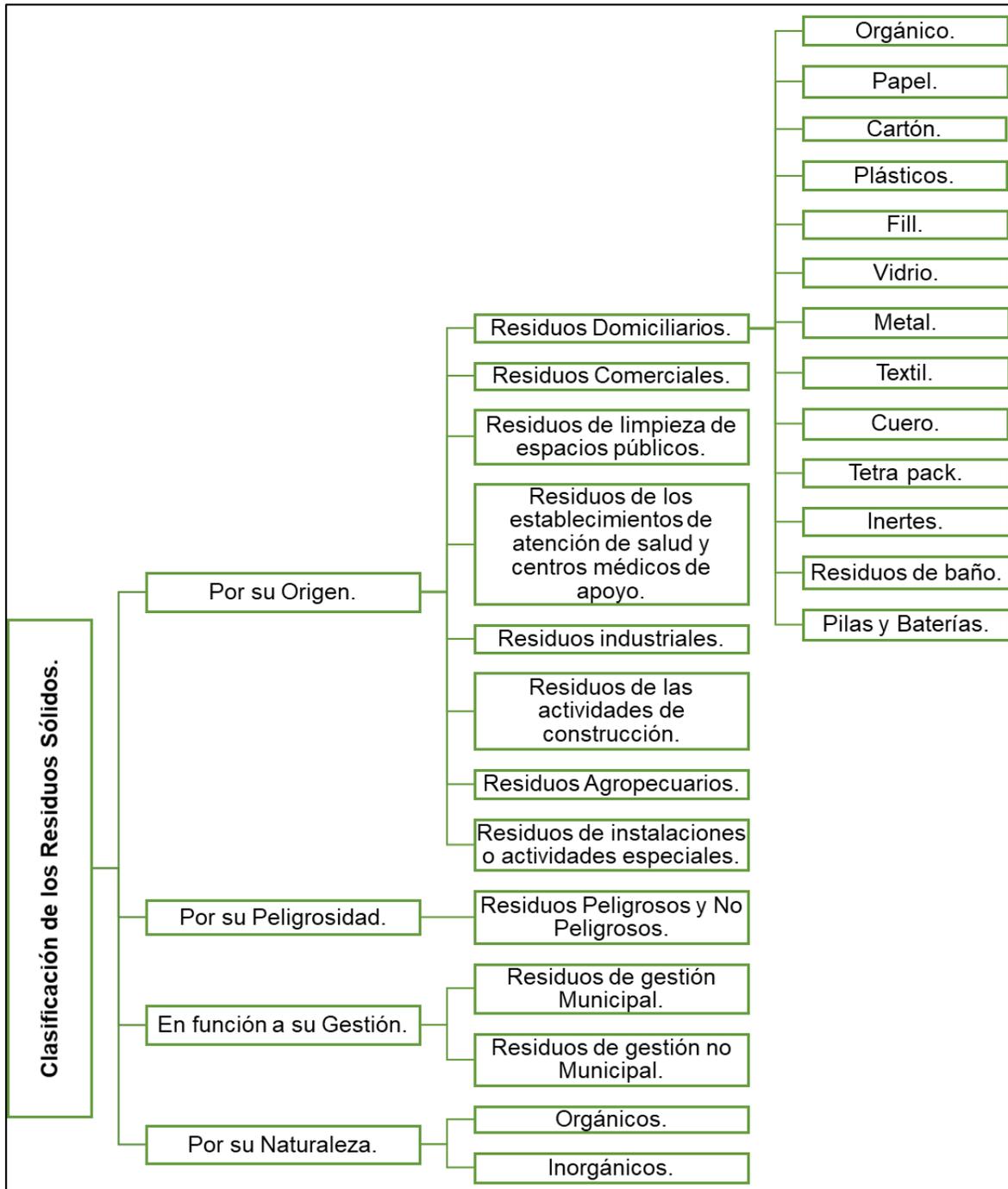


Ilustración 4: Clasificación de los Residuos Sólidos.

Fuente: (OEFA, 2013)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

2.3.2 Residuos Sólidos Municipales (RSM).

Los residuos sólidos municipales son aquellos generados por actividades domésticas, comerciales, institucionales, industriales, de limpieza ya sea de vías y áreas públicas de un conglomerado urbano, de mercados etc. Los cuales deberán ser gestionados por las autoridades municipales.(Jaramillo, 2002)

2.4 Producción Per Cápite de Residuos Sólidos

(Jaramillo, 2002) Menciona que la producción de residuos sólidos puede ser medida en valores unitarios como lo son:

- Kilogramos por habitante por día.
- Kilogramos por vivienda por día.
- Kilogramos por cuadra por día.
- Kilogramos por tonelada de cosecha.
- Kilogramos por número de animales por día.

Esta producción diaria de residuos sólidos varía de acuerdo al país y sus ingresos; en las regiones varía de 0.3 a 1.0 kg/hab./dia solo en residuos sólidos domiciliarios, si a estos se les agrega los residuos generados por actividades comerciales, institucionales, industriales, de barrido u otras, dicho índice incrementará entre el 25 y 50% es decir variará entre los 0.5 a 1.2 kg/hab./dia y en países industrializados el índice puede llegar a ser mucho mayor como lo registra la

Tabla N°1.

Tabla 1: Rangos de Producción Percápita.

	Países		
	Bajos ingresos	Medianos ingresos	Industrializados
Producción per cápita kg/hab/día	0,3 a 0,6	0,5 a 1,0	0,7 a 2,2
t/hab/año	0,2	0,3	0,6
Ingresos promedio (US\$ de 1988) US\$/hab/año	350	1.950	17.500

Fuente: (Jaramillo, 2002)
Elaborado por: León Joselín, Restrepo María

La producción per cápita de RSM se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$ppc = \frac{DSr \text{ en una semana}}{Pob * 7 * Cob} \quad (1)$$

Donde:

- ppc = Producción por habitante por día (kg/hab/día)
- DSr = Cantidad de RSM recolectados en una semana (kg/sem)
- Pob. = Población total (hab)
- 7 = Días de la semana
- Cob. = Cobertura del servicio de aseo urbano (%)

Donde la cobertura de servicio será igual a la siguiente ecuación:

$$\text{Cobertura de servicio (\%)} = \frac{\text{Población atendida (hab)}}{\text{Población total (hab)}} \quad (2)$$

2.5 Definición de un Relleno Sanitario

Se define un Relleno Sanitario como la técnica de disposición final de los residuos sólidos que no genera impactos ambientales, pues no debe generar molestias o representar un peligro para la salud y la seguridad pública, mientras esté en operación o después de cierre. Esta técnica tiene como propósito confinar la basura en áreas condicionadas y pequeñas las cuales son cubiertas con capas de tierra diariamente para posteriormente ser compactadas y reducidas en volumen.

El relleno sanitario se rige también por técnicas que prevén los problemas causados por los líquidos y gases generados durante la descomposición de la materia orgánica.(Jaramillo, 2002, p. 42)

También se puede definir como aquel lugar en que la disposición final de los residuos sólidos se realiza ya sea en la superficie del suelo o bajo tierra dependiendo el método de relleno sanitario que se vaya a realizar, este se rige de acuerdo a técnicas ingenieriles para confinarlos adecuadamente. Para esto se compactará y cubrirán los desechos sólidos con tierra u otro material inerte la mayor parte de las veces se realiza diariamente llevando también el control de los gases y lixiviados generados por los desechos sólidos. (Organización Panamericana de la Salud, 2004)

Para realizar un diseño de un Relleno Sanitario, es necesario obtener información básica que nos permita conocer cuál será su forma, equipos y los elementos que en este se utilizarán, (Collazos, 2001, p. 21); la información requerida incluirá:

- Población que atenderá el Relleno Sanitario.

- Datos generales sobre las características de la Población que se atenderá con el Relleno Sanitario.
- Cantidad de basura producida por la población atendida.
- Producción futura de basura.
- Cantidad de basura recolectada.
- Cobertura del servicio.
- Composición física de la basura.
- Composición química de la basura.
- Peso específico de la basura.
- Producción de lixiviados y gases.
- Localización general del sitio, con relación a la población atendida.
- Geología de la zona.
- Topografía del área.
- Meteorología.
- Posibilidad del material de cobertura.
- Censo vehicular (viajes de basura que entrarán al Relleno Sanitario).
- Títulos de propiedad.

2.5.1 Componentes del Relleno Sanitario.

2.5.1.1 Celda.

Será el volumen del Relleno Sanitario depositado durante un corto período de tiempo, suele realizarse diariamente. Esta posee una cantidad de residuos sólidos propios los cuales serán cubiertos de tierra o material inerte una vez que se

depositen y formen, para evitar los malos olores generados por la descomposición de los residuos. Dicha cobertura será de unos 15 cm de espesor, con características determinadas y que pueda ser extraída de una zona cercana al relleno sanitario. (MMAyA, 2012, p. 12).

2.5.1.2 Berma.

Se considera berma a la terraza utilizada cuando el relleno sanitario posee una altura considerable, estas le brindan estabilidad al mismo. Se utilizan también para ubicar canales los cuales drenen aguas superficiales y tuberías para recuperación de gases. (MMAyA, 2012, p. 12)

2.5.1.3 Impermeabilización de la Celda.

La impermeabilización se realiza con materiales naturales y/o artificiales dependerá del tipo y la magnitud del relleno sanitario. Este deberá realizarse en el fondo del relleno y en sus superficies naturales proveyendo así impermeabilización al mismo a su vez evitando la migración de los lixiviados generados. (MMAyA, 2012, p. 12)

2.5.1.4 Lixiviado.

Líquido producido por la humedad que poseen los residuos sólidos el cual al entrar en contacto con el agua procedente de la escorrentía adquirirá características de líquido contaminante. (MMAyA, 2012, p. 12)

2.5.1.5 Frente de Trabajo.

Lugar destinado para la descarga de residuos sólidos, realizada por los vehículos asignados. (MMAyA, 2012, p. 12)

2.5.1.6 Biogás.

Mezcla de gases producidos por la descomposición de la materia orgánica de los residuos sólidos, sus componentes principales son el metano y dióxido de carbono.(MMAyA, 2012)

2.5.1.7 Zona de Entrada y de Salida.

Será integrada por la Puerta principal, la caseta de registro y la báscula para el pesaje; esta es el área destinada para el registro de los vehículos que realizaran el descargo y la compactación de los residuos. En Rellenos Sanitarios grandes puede haber una Puerta de Salida independiente.(Collazos, 2001, p. 56)

2.5.1.8 Sistema Vial.

Se compone de vías principales, secundarias y temporales (industriales); las principales serán vías permanentes durante la vida útil del Relleno Sanitario, las secundarias estarán disponibles durante determinados periodos, y las temporales estarán designadas para llegar al frente de trabajo.(Collazos, 2001, p. 56)

2.5.1.9 Playa de Descargue.

Se denomina playa de descargue al área de trabajo en la que el carro de basura llega de la zona de entrada. El cual entra de frente a la playa de descargue y rotará a 180° para descargar los residuos en reversa; este deberá dejar la basura lo más cerca al Frente de trabajo de la celda diaria.(Collazos, 2001, p. 57)

2.5.1.10 La Basura.

La basura quedará dentro de las celdas diarias y juntas conformarán el Relleno Sanitario, los procesos de descomposición de la basura o residuos pueden durar 15 a 20 años.(Collazos, 2001, p. 57). Los gases generados por la descomposición

serán captados por un sistema de chimeneas, y los líquidos efluentes también llamados lixiviados se captan por medio de filtros para luego ser drenados y tratados; para que puedan ser descargados bajo los límites permisibles. (Collazos, 2001, p. 57)

2.5.1.11 Otras Obras.

El Relleno Sanitario estará compuesto de obras complementarias como lo son: canales para control de aguas de escorrentía, cubrimiento diario de basura, cerramiento, siembra de vegetación etc. (Collazos, 2001, p. 57)

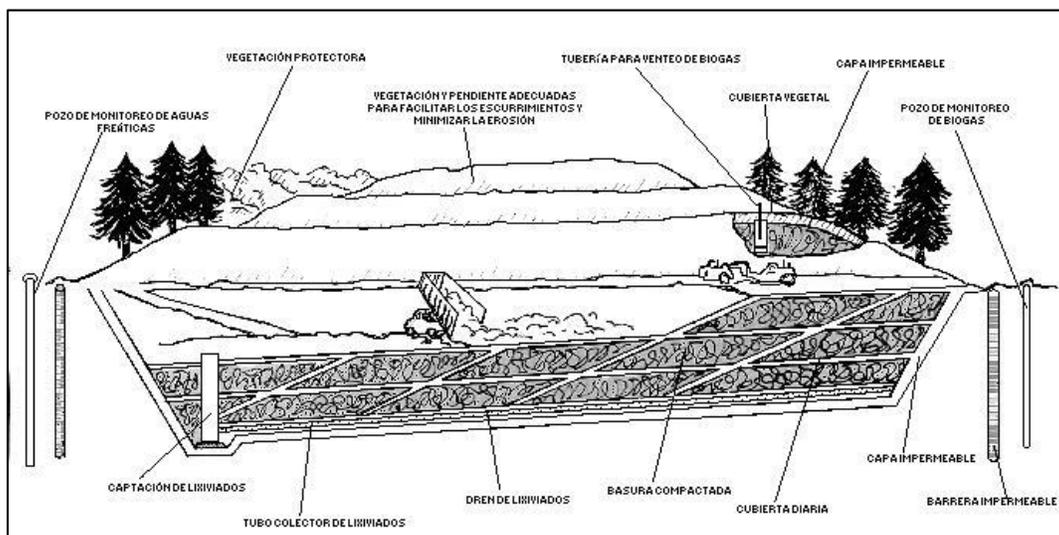


Ilustración 5: Componentes de un Relleno Sanitario.

Fuente: (Ingeniería Civil, 2009)

2.5.2 Tipos de Relleno Sanitario.

Dependiendo de la disposición final de Residuos Sólidos Municipales, se pueden proponer tres tipos de Relleno Sanitario:

2.5.2.1 Relleno Sanitario Mecanizado.

Este relleno está diseñado para ciudades grandes cuya población sean de 40.000 -100.000 habitantes que generen más de 40 toneladas de residuos diarios. Se trata de un proyecto mucho más complejo que los demás, pues está relacionado con la cantidad y tipo de residuos, la planificación, la selección del sitio, la extensión del terreno, el diseño y ejecución del relleno, la infraestructura requerida ya sea para recibir los residuos como para operarlos de manera adecuada, el monto y manejo de las inversiones, gastos de operación y mantenimiento.

Comúnmente para realizar su operación se utiliza maquinaria pesada como lo es el uso de compactadores de residuos sólidos, y el uso de equipo especializado para movimiento de tierra como los tractores de oruga, retroexcavadora, cargador, volquete, etc. (Jaramillo, 2002, p. 43)



Ilustración 6: Bulldozer compactador de Residuos Sólidos.

Fuente: (DRESSTA, s.f.)

2.5.2.2 Relleno Sanitario Mecanizado.

Este tipo de relleno sanitario sirve para atender poblaciones mayores a 100.000 habitantes que generen y dispongan entre 16 y 40 toneladas diarias de Residuos sólidos municipales, en ellos se utilizada la maquinaria pesada como apoyo al

trabajo manual que en él se realiza con el objetivo de compactar la basura de manera adecuada, establecer los terraplenes y brindar una mayor vida útil al relleno.

Para esto se puede utilizar el tractor agrícola adaptado de una hoja topadora o cuchilla y con un cucharón o rodillo de compactación para operar el relleno sanitario, de esta manera podemos denominarlo apropiadamente semimecanizado. (Jaramillo, 2002, p. 43)

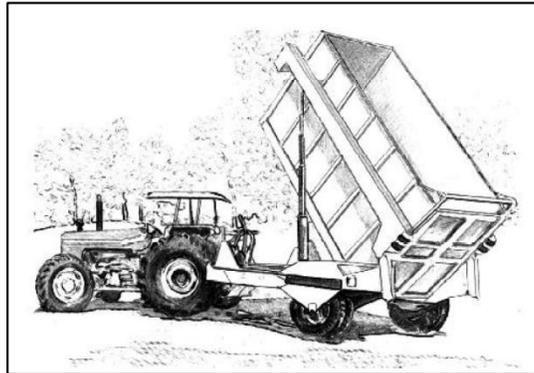


Ilustración 7: Remolque para recolección de Residuos Sólidos.

Fuente: (Jaramillo, 2002)

2.5.2.3 Relleno Sanitario Manual.

Es utilizado para atender poblaciones pequeñas menores a 40.000 habitantes que producen menos de 15 t/día de residuos sólidos, se puede decir también que sus condiciones económicas no permiten costearse maquinaria o equipo pesado debido a sus altos costos de operación y mantenimiento.

Al definirse manual se puede entender que la operación de compactación y confinamiento de los residuos se puede realizar con una cuadrilla de hombre y algunas herramientas para esta labor. (Jaramillo, 2002, p. 43)

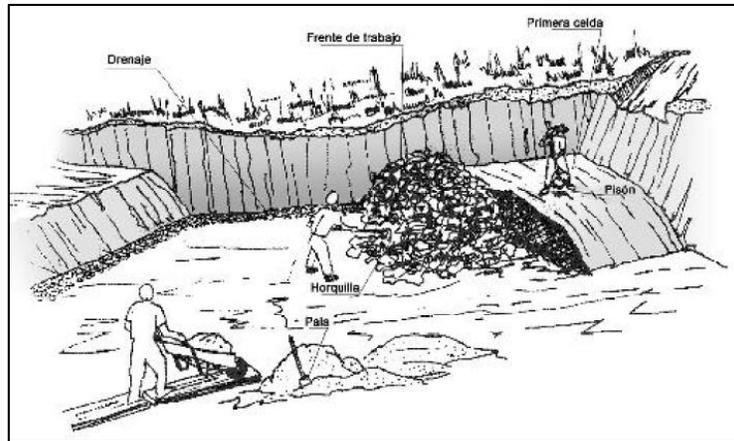


Ilustración 8: Operación Manual de Residuos Sólidos.

Fuente: (Jaramillo, 2002)

2.5.3 Métodos de Construcción de un Relleno Sanitario.

Para seleccionar el método de construcción de un relleno sanitario se debe tener en cuenta la topografía del terreno, la clasificación o el tipo de suelo y la profundidad a la que se encuentra el nivel freático. (Jaramillo, 2002)

(Collazos, 2001, p. 54) Existen cuatro métodos básicos o generales para realizar la construcción del relleno entre estos están:

- Tipo Área
- Tipo Rampa
- Tipo Trinchera
- Tipo de Área y Rampa

2.5.3.1 Relleno Sanitario Tipo Trinchera.

Este método es apto para implementarse en regiones planas, consiste en la excavación periódica de zanjas las cuales varían de dos a tres metros de profundidad en algunos casos la profundidad puede variar de este rango, son formadas por medio de maquinaria pesada como lo es la retroexcavadora o el

tractor de orugas. En terrenos rocosos no resulta ser un método favorable pues dificulta la excavación de la zanja y en cuanto al nivel freático este debe estar ubicado a una profundidad considerable para evitar contaminar los acuíferos.

Al igual que los demás métodos los residuos que son vertidos en las zanjas serán compactados y posteriormente son cubiertos por material de cobertura o con tierra residuo de la propia excavación.

En época lluviosa lo recomendable es cubrir las zanjas para que estas no se inunden, deberán tener canales perimétricos para evacuar las aguas lluvias incluyendo drenajes internos otra opción favorable sería bombear el agua que en ellas se acumule.(Jaramillo, 2002, p. 46)

Las zanjas deberán dimensionarse de 2 m – 2.50 m de alto con un ancho que doble el tamaño de la cuchilla que posea la maquinaria a operar, pueden variar de 4m a 10 metros de ancho, aunque en la mayoría de casos estas dimensiones variaran de acuerdo al diseño de la zanja y los parámetros que se evaluaron.(Collazos, 2001, p. 55)

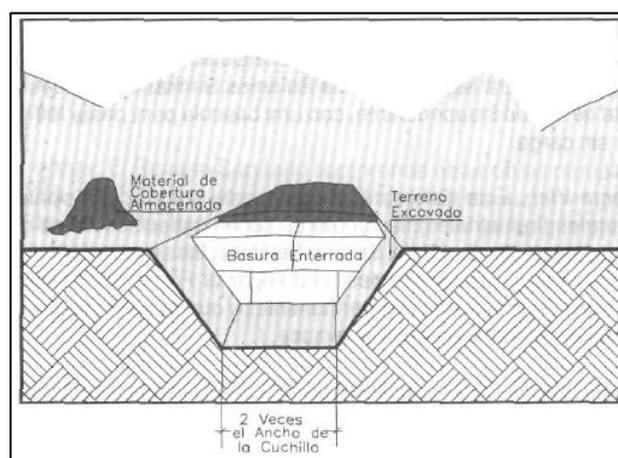


Ilustración 9: Relleno Sanitario Tipo Trinchera.

Fuente: (Collazos,2001)

2.5.3.2 Relleno Sanitario Tipo Área.

Es utilizado en terrenos planos donde no se pueda realizar excavación alguna, o cuando el nivel freático es alto, por lo general el terreno poseerá depresiones naturales o artificiales. Los residuos se depositarán sobre el suelo original después de que éste sea impermeabilizado e irán elevándose bajo el dimensionamiento dado. (Collazos, 2001, p. 46)

Su construcción deberá realizarse por medio de celdas diarias las cuales se ubicarán desde la base del relleno hacia arriba, estas irán apoyadas en el terreno con un respectivo talud o ángulo de inclinación y serán cubiertas de material inerte diariamente.

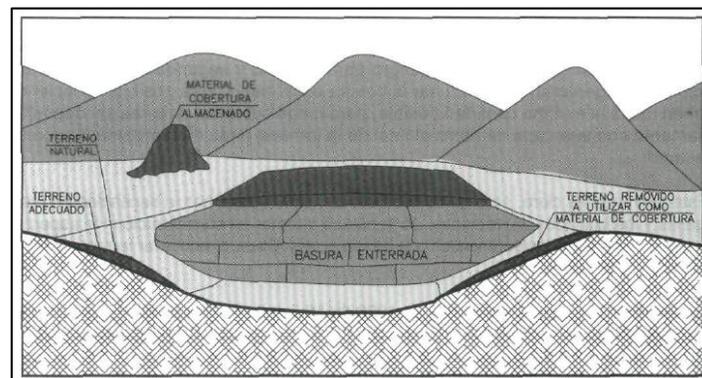


Ilustración 10: Relleno Sanitario Tipo Área.

Fuente:(Collazos, 2001)

2.5.3.3 Relleno Sanitario Tipo Rampa.

Es un método utilizado en terrenos que poseen declives moderados, se construye formando escalones en terrenos que tienen pendientes pronunciadas. Se realizarán excavaciones diminutas para obtener así material de cobertura. (Collazos, 2001)

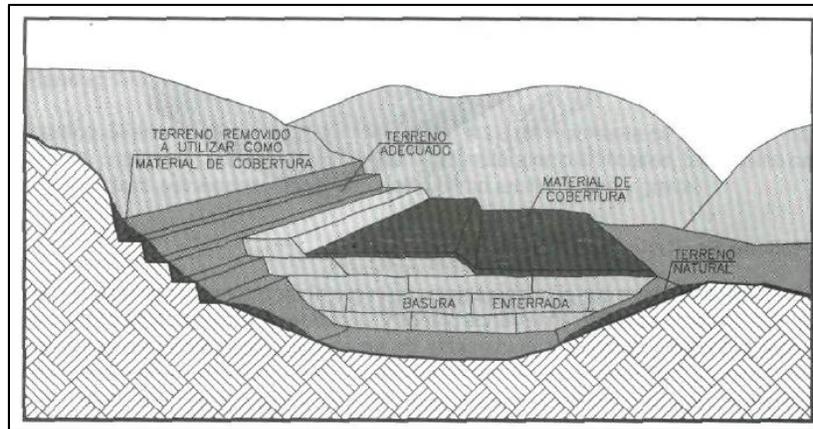


Ilustración 11: Relleno Sanitario Tipo Rampa.

Fuente: (Collazos, 2001)

2.5.3.4 Relleno Sanitario Combinado Tipo Área y Rampa.

Este método es utilizado para rellenos que reciben gran cantidad de residuos sólidos, en terrenos con pendientes variadas su principal característica es aprovechar de mejor manera el terreno y a su vez el material de cobertura. (Collazos, 2001)

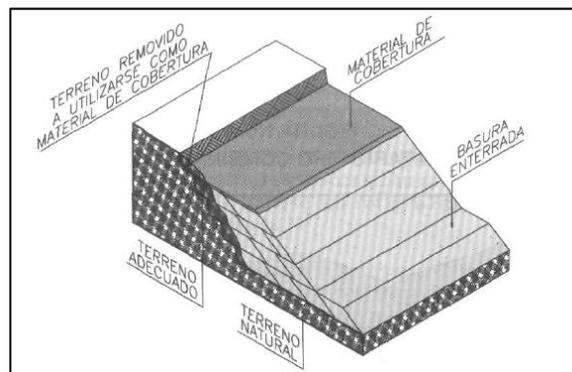


Ilustración 12: Relleno Sanitario Tipo Combinado Área y Rampa.

Fuente: (Collazos, 2001)

2.6 Tanque Séptico

Se define un tanque séptico como el sistema individual en el que se pueden disponer las aguas residuales, ya sea para una vivienda o un conjunto de viviendas; este sistema combina la sedimentación y la digestión de sólidos. (Tratamiento de Aguas Residuales, 2000).

En ellos el agua permanece retenida por un tiempo bastante largo es por esta razón que los sólidos sedimentables logran dividirse de las aguas residuales los cuales decantan en el fondo o base del tanque y las natas flotantes se aglomeran en la parte superior del mismo. (GIAS (Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento), 2017, p. 5)

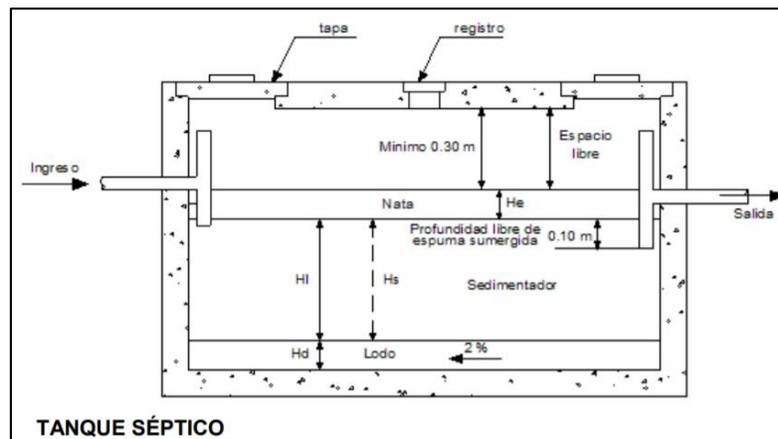


Ilustración 13: Tanque Séptico.

Fuente: (OPS et al., 2005).

2.7 Humedales Artificiales

Los humedales artificiales o contruidos bajo parámetros de diseño, son definidos como un sistema de Fitodepuración utilizados para tratar aguas residuales; el cual se basa en el cultivo y posterior crecimiento de macrófitas enraizadas sobre un catre o un cauce de grava impermeabilizado.

La presencia de estos cultivos generará una cadena de interacciones químicas, biológicas y físicas en la cual el agua residual que ingrese al humedal será depurada de manera lenta y progresiva. El tratamiento se realiza eficazmente por medio de sistemas que poseen tres partes principales como lo son: recogida, tratamiento y evacuación al lugar de disposición o descarga. (Delgadillo et al., 2010, p. 15)

Son utilizados para tratar una serie de aguas residuales como lo son:

- Domésticas y urbanas.
- Industriales.
- De drenaje de extracciones mineras.
- De escorrentía urbana y agrícola

Así como también son utilizados para brindar tratamiento de fangos de depuradoras convencionales.

Los humedales purifican o tratan las aguas residuales mediante la remoción del parámetro (DBO) es decir bajo la remoción de materia orgánica, oxidan el amonio, reducen los nitratos y finalmente remueven el fósforo existente; su mecanismo es complejo e involucra la filtración, la oxidación bacteriana, la sedimentación y la precipitación química.

Suelen reemplazar los tratamientos secundarios y dependiendo la cantidad de contaminantes que el agua residual posea y sus características, llegan a reemplazar los tratamientos terciarios y primarios.



Ilustración 14: Humedal Artificial Aireado.

Fuente: (Salas, 2018)

2.7.1 Clasificación de los Humedales Artificiales.

Pueden ser clasificados de acuerdo al tipo de macrófitas utilizadas para su funcionamiento y la forma de vida de éstas, se sintetizaría su clasificación de la siguiente forma:

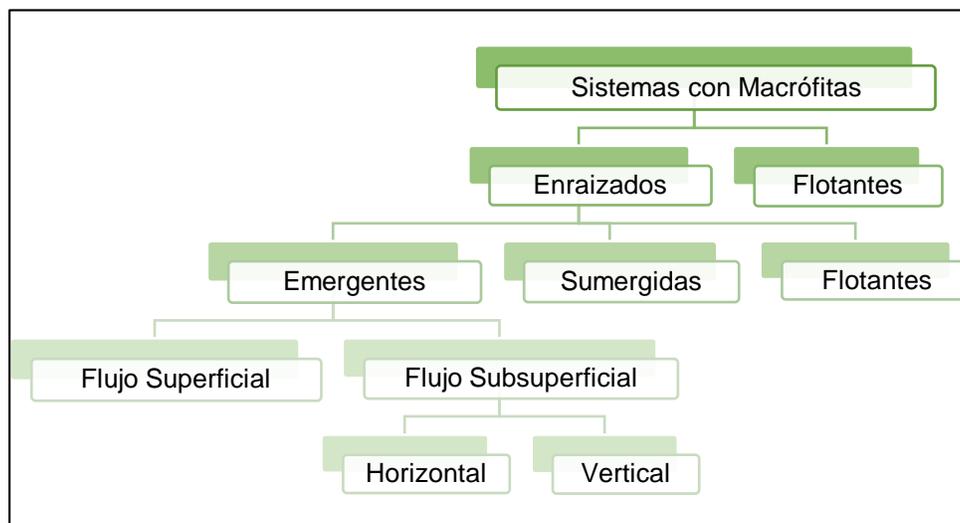


Ilustración 15: Clasificación de los Humedales Artificiales.

Fuente: (Delgadillo et al., 2010)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

2.7.1.1 Humedales de Flujo Subsuperficial.

Se distinguen por que la circulación del agua residual en estos sistemas ocurre a través de medio o catre granular (subterráneo), que posee una profundidad de agua aproximada de 0.6 m. Las macrófitas o vegetación depuradora será plantada en este catre y el agua residual estará en contacto con sus rizomas y raíces. (Delgadillo et al., 2010, p. 10) A su vez los humedales de Flujo Subsuperficial pueden ser de dos tipos:

2.7.1.1.1 Humedales de Flujo Subsuperficial Horizontal.

Su diseño consiste en una cama la cual puede ser de tierra o arena y grava, estas llevarán plantaciones de macrófitas acuáticas que en la mayoría de veces suelen ser caña común o carrizo. La cama será impermeabilizada en su totalidad para impedir infiltraciones en el suelo, en este sistema el agua ingresa de manera permanente desde el extremo superior del humedal la cual será recogida en su lado opuesto inferior. (Delgadillo et al., 2010, p. 10)

La profundidad de este humedal varía desde los 0.45 m a 1 m, trabajando con una pendiente de 0.5% a 1%. La zona de ingreso del agua residual al igual que el tubo de drenaje que las recoge estará compuesto por grava con un tamaño mayor al del cuerpo del humedal, el diámetro de la grava utilizada al ingreso y a la salida varía de 50 mm a 100 mm; mientras que el cuerpo del humedal tendrá grava fina de un solo diámetro entre 3 mm a 32 mm. (Delgadillo et al., 2010, p. 10)

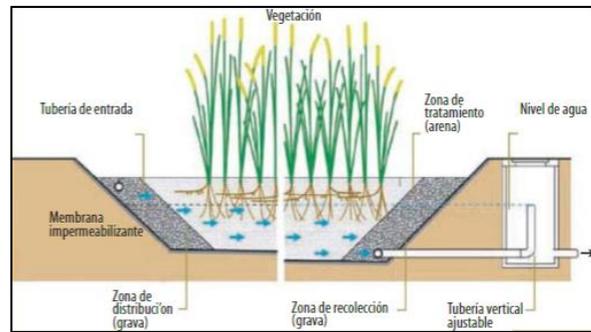


Ilustración 16: Humedal de Flujo Subsuperficial Horizontal.

Fuente: (ONU-HABITAD, 2008)

2.7.1.1.2 Humedales de Flujo Subsuperficial Vertical.

Se caracterizan por ser cargados de manera intermitente, para poder preservar y aprovechar al máximo las condiciones aerobias con las que trabaja. Es por esta razón que reciben el agua residual de arriba hacia abajo mediante tuberías de aplicación de agua, de esta manera el agua se infiltrará en el humedal de manera vertical a través de la arena o la grava la cual es recogida posteriormente por medio de un drenaje ubicado en el fondo del humedal.

En este sistema el sustrato está formado por varias capas las finas las cuales se encontrarán en la parte superior y su diámetro irá aumentando hacia abajo, en algunos casos se suele colocar un sistema de aireación conformado por chimeneas las cuales serán tubos cribados con salida al exterior. (Delgadillo et al., 2010, p. 11)

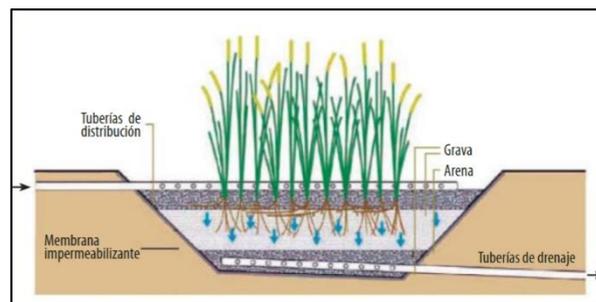


Ilustración 17: Humedal de Flujo Subsuperficial Vertical.

Fuente: (ONU-HABITAD, 2008)

CAPITULO III

Evaluación de Alternativas

3. Información General

Para realizar la selección apropiada del lugar que cumpla con los parámetros ambientales en el cual se implementará nuestro relleno sanitario, se eligieron cuatro sitios alternos u opcionales estos se encuentran ubicados en los sectores: Altamiza, Mantuano y La estrella. Como parámetro ambiental principal, se tuvo en cuenta la distancia a la que se encuentran del Cantón Baba de esta manera se evita a futuro un foco infeccioso que llegue a perjudicar a la población y generar un impacto ambiental y visual irreversible.

3.1 Alternativa Evaluada N° 1

Se encuentra a una distancia prudente de centros poblados, así como de aeropuertos y otras instalaciones lo cual es un punto a favor para esta alternativa sin mencionar que la pendiente del mismo se encuentra dentro de los valores permisibles.

Restricción

Este lugar se descarta en cuanto a la elección por encontrarse ubicado a un costado del Río Arenal, ya que los lixiviados que se generan y los desechos que serán vertidos y compactados en el relleno sanitario pueden ya sea a corto o largo plazo, contaminar dicho cuerpo de agua y generar un impacto ambiental de gran proporción.

Tabla 2: Datos de alternativa N°1.

Datos						
Provincia	Cantón	Parroquia	Sector	Área	Longitud	Latitud
Los Ríos	Baba	Baba	La Estrella	6,6147 ha.	79°40'11.61"O	1°45'14.51"S

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María



Ilustración 18: Sector N°1.

Fuente: (Google Earth, 2020)

3.2 Alternativa Evaluada N° 2

Tal como las demás alternativas los parámetros ambientales que reúne este lugar son aceptables, la gran ventaja del mismo es que se encuentra lejos de numerosas viviendas circundantes, posee una gran área de extensión la cual puede ser potencialmente aprovechada al momento de implantar el relleno sanitario.

Restricción

Aunque tenga puntos positivos esta alternativa presenta dos restricciones considerables, y es la gran distancia a la que se encuentra de los lugares que

realizaran los depósitos de desechos en él, como lo son la cabecera cantonal Baba, Guare, La Carmela y la Isla Bejucal. Punto que influye a la hora de realizar el presupuesto de acarreo, pues las distancias que comprenden las rutas de barrido y posterior disposición son largas.

A pesar de esto la restricción principal es cuan inundable es el lugar ya que en épocas de invierno el nivel de agua suele subir en gran medida punto desfavorable para emplazar un relleno sanitario en dicho lugar, a esto se suma la corta distancia a la que se encuentra del Estero Monte Redondo (50 m) el cual es utilizado por los habitantes para cultivar cuando este permanece seco.

Tabla 3: Datos de alternativa N°2.

Datos						
Provincia	Cantón	Parroquia	Sector	Área	Longitud	Latitud
Los Ríos	Baba	Isla de Bejucal	Altamiza	5,4976 ha.	79°39'52.13"O	1°45'13.69"S

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

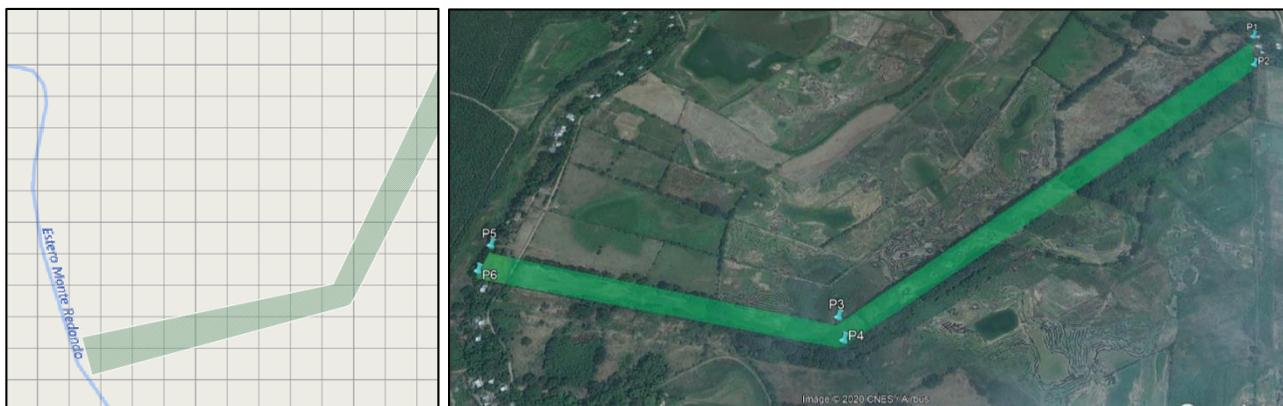


Ilustración 19: Sector N°2.

Fuente: (Google Earth, 2020)

3.3 Alternativa Evaluada N° 3

La tercera alternativa se encuentra a una distancia prudente de centros poblados como lo es la cabecera cantonal Baba, su pendiente se encuentra dentro de los valores permisibles y posee un área de gran tamaño en la cual se puede ubicar el relleno sanitario, su tratamiento de lixiviados y las demás obras alternas. Con una valoración de **261 puntos** en la **Tabla N°13**, esta es la alternativa escogida para realizar el Prediseño del relleno sanitario en el presente proyecto.

Restricción

Una de las restricciones que lamentablemente presenta este sitio es encontrarse cerca de lugares destinados al hospedaje tal como las Haciendas Mantuano y Cajas, las cuales brindan alojamiento en su interior y al mismo tiempo son lugares de gran extensión utilizados para la agricultura o ganadería; como también de viviendas a su alrededor.

Otra de las restricciones es su ubicación referente al Río Junquillo (180 m), más sin embargo no es un sector inundable y en cuanto a los lixiviados que se generen serán previamente tratados para ser descargados bajo las correspondientes normativas en este cuerpo de agua y así evitar impactos ambientales a futuro.

Tabla 4: Datos de Alternativa N°3.

Datos						
Provincia	Cantón	Parroquia	Sector	Área	Longitud	Latitud
Los Ríos	Baba	Baba	Mantuano	82.1671 ha.	79°42'51.17"O	1°46'1.04"S

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María



Ilustración 20: Sector N°3.

Fuente: (Google Earth, 2020)

3.3.1 Descripción del Área Seleccionada.

Tabla 5: Datos del Sector Seleccionado.

Ubicación:	Parroquia Baba, Sector Mantuano	
Elevación:	5,6,9 msnm	
Nivel Freático	2.20 m	
Pendiente Máxima:	5.6% - 3.0%	Terreno plano o casi plano
Pendiente Mínima:	1.5% - 1.4%	
Geología:	Arcillas marinas de estuario.	
Geomorfología:	Llanuras aluviales de depositación.	
Taxonomía:	Tropofluvents; Orden Entisoles, Suborden Fluvents.	
Uso actual del suelo:	Cultivos de ciclo corto, pastos plantados, banano, café, cacao, asentamientos poblados.	
Clima:	Tropical Megatérmico Semi-Húmedo.	
Temperatura:	32°C - 36°C (diciembre - mayo) y 24° - 26° (Julio – noviembre).	
Precipitación:	1500 - 1750 mm	
Sequias:	Período de sequía de 7 meses (junio – diciembre).	
Déficit Hídrico:	600 - 800 mm	

Fuente: (AOIRCORP & GAD, 2014)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

CAPITULO IV

Marco Metodológico

4.1 Selección del Lugar

Para conocer el lugar adecuado en el cual se pueda realizar el Prediseño del Relleno Sanitario se evalúan las opciones o los terrenos ya seleccionados por medio de parámetros y factores ambientales, los cuales serán ponderados de acuerdo al nivel de importancia que estos tengan según el criterio impuesto.

El sistema calificativo escogido dependerá de una escala de valores que fluctúan de 3 a 1 considerándose de la siguiente manera:

Tabla 6: Ponderación de Parámetros para Selección del Lugar.

Puntuación o Valorización de Parámetros (a)		
Mejor Valor	3	Cumple, y en el mejor de los casos sobrepasa los límites referenciales.
Valor Medio	2	Parámetro que se posiciona entre los límites mayor y menor.
Peor Valor	1	Se encuentra fuera o no cumple con los valores límites referenciales.

Fuente: (MMAyA, 2012)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

La escala de valores o factores poseen un **nivel de importancia (b)**, el cual funciona de acuerdo al criterio del diseñador y el estado en que se encuentra el sector o terreno que funciona como alternativa, este varía de 1 a 5.

Finalmente se Ponderan los parámetros o factores de la siguiente manera:

$$\text{Ponderación de Parámetro} = (a) * (b) \quad (3)$$

Donde:

- **a = Puntuación de parámetro (1 - 3)**
- **b = Nivel de Importancia (1 – 5)**

Al ponderar los parámetros de cada una de las alternativas propuestas se obtuvieron 3 diferentes puntajes que posteriormente se compararon con la siguiente tabla, la cual nos permitió evaluar la calidad del terreno.

Tabla 7: Calificación del Terreno.

Evaluación del Lugar según la puntuación	
Puntaje Total	Calificación
0 - 150	Terreno Marginal, no aceptable.
150 - 200	Terreno Regular.
200 - 300	Terreno aceptable, también considerado bueno.
Mayor a 300	Terreno muy bueno, aceptable como primera opción.

Fuente: (MMAyA, 2012)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

4.2 Proyección de la Población

Para la implementación del relleno sanitario se proyectará la población del Cantón Baba a 25 años (2020-2045), tomando como referencia la población de los censos realizados en años anteriores, estos fueron ingresados en el Software Excel y en él se evaluó el crecimiento poblacional por medio de una Línea de Tendencia exponencial; donde se obtuvo la ecuación de la función y posteriormente la población para cada año proyectado.

El no usar métodos cotidianos para esta proyección se debe a que actualmente las poblaciones crecen de manera exponencial como el método lo indica; esto significa que la tasa de crecimiento aumentará mientras lo haga la población (Khan Academy, 2020), punto que los métodos antiguos no tienen en cuenta.

Tabla 8: Censos Poblacionales.

Año	Población
1982	27.299
1990	29.406
2001	35.185
2010	39.681

Fuente: (AOIRCORP & GAD, 2014)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Ecuación Exponencial utilizada para la proyección de la Población:

$$y = 4 * 10^{-08} * e^{0.0138(x)} \quad (4)$$

$$R^2 = 0.9917$$

Donde:

- **Y = Población Futura**
- **X = Año Proyectado**

Población 2020

$$y = 4 * 10^{-08} * e^{0.0138(2020)}$$

$$y = 51.104 \text{ habitantes}$$

4.3 Producción Percápita

El valor de la producción per cápita utilizado en el Prediseño del relleno sanitario de este proyecto; fue facilitado por el GAD Municipal del Cantón Baba, valor promedio que consta en la siguiente tabla:

Tabla 9: Aporte de PPC del Cantón Baba.

Determinación de aportes (ppc) del Cantón Baba				
Muestra	Peso	Personas	Recogido	ppc
Ordinal	(lb)	(NUM)	(NUM días)	(kg/hab/d)
1	16	4	6	0.7
2	20	4	6	0.8
3	8	4	6	0.3
4	20	3	6	1.1
5	12	4	6	0.5
6	16	6	6	0.4
7	16	4	6	0.7
8	4	3	6	0.2
9	25	2	6	2.1
10	12	5	6	0.4
11	8	7	6	0.2
12	24	6	6	0.7
13	8	3	6	0.4
14	8	2	6	0.7
15	50	6	6	1.4
16	30	5	6	1.0
17	13	7	6	0.3
18	23	6	6	0.6
19	17	3	6	0.9
20	12	5	6	0.4
21	11	3	6	0.6
22	18	4	6	0.8
23	19	4	6	0.8
24	30	5	6	1.0
25	57	8	6	1.2
26	10	3	6	0.6
27	7	4	6	0.3
PROMEDIO				0.7

Fuente: (GAD, 2019)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

La producción per cápita será proyectada para los 25 años de vida útil que tendrá el Relleno Sanitario, en nuestro caso aumentará un 0.5% durante los primeros cinco años el siguiente, aumentará el 1% y este se mantendrá constante por el resto de años pues, aunque la población aumente su consumo seguirá siendo el mismo.

En caso de realizarse muestreos la producción percápita puede ser calculada por la siguiente ecuación:

$$Ppc_1 = \left(\frac{\frac{P. \text{ Muestra}}{\text{Numero de personas (En casa)}}}{\text{Dias recogidos}} \right) \quad (5)$$

$$Ppc_1 = \left(\frac{\frac{16 \text{ Kg}}{\frac{4 \text{ Hab}}{6 \text{ dias}}}}{\text{Dias}} \right) = 0,7 \text{ kg/hab/dia}$$

4.4 Volumen y Área Requerida para el Prediseño del Relleno Sanitario

4.4.1 Cantidad de Residuos Sólidos.

4.4.1.1 Generación Diaria de Residuos S. Domiciliarios (RSD).

Los RSD serán el resultado de los residuos domiciliarios (RSU_{Dom}) por la población proyectada en cada año en Toneladas.

$$RSD_{2020} \left(\frac{ton}{día} \right) = \frac{PPC \left(\frac{Kg}{hab * día} \right) * Pob. (hab.)}{1000} \quad (6)$$

$$RSD_{2020} \left(\frac{ton}{día} \right) = \frac{0,71 \left(\frac{Kg}{hab * día} \right) * 51.104(hab.)}{1000}$$

$$RSD_{2020} = 36,028 \frac{Ton}{día}$$

4.4.1.2 Generación Diaria de Residuos Sólidos no Domiciliarios (RSND).

Los residuos generados por fuentes indistintas a las domiciliarias como lo son (parques, áreas públicas, mercados entre otros) dependerá del tamaño de la ciudad o lugar se recomienda el 30% para ciudades grande y el 20% para ciudades pequeñas, se utilizó en este proyecto el 20% por considerarse Baba una ciudad pequeña.

$$RSND_{2020} \left(\frac{ton}{día} \right) = RSD \left(\frac{ton}{día} \right) * (20\%) \quad (7)$$

$$RSND_{2020} \left(\frac{ton}{día} \right) = 36,028 \left(\frac{ton}{día} \right) * 20\%$$

$$RSND_{2020} = 7,206 \frac{Ton}{día}$$

4.4.1.3 Generación Anual de Residuos Sólidos Municipales (RSM).

Será la suma de los Residuos Sólidos domiciliarios y no domiciliarios por los 365 días del año.

$$RSM_{2020} \left(\frac{Ton}{año} \right) = \left(RSD \left(\frac{Ton}{día} \right) + RSND \left(\frac{Ton}{día} \right) \right) * 365 \text{ días} \quad (8)$$

$$RSM_{2020} \left(\frac{Ton}{año} \right) = \left(36,028 \left(\frac{Ton}{día} \right) + 7,206 \left(\frac{Ton}{día} \right) \right) * 365 \text{ días}$$

$$RSM_{2020} = 15.780 \frac{Ton}{año}$$

4.4.2 Volumen de Residuos Sólidos.

4.4.2.1 Residuos Sólidos Compactados (VRSM_{DC}).

- **Diario (m³)**

Está conformado de los residuos sólidos municipales recién recolectados y vertidos. La densidad utilizada en este proyecto será de 0.5 Ton/m³ por ser un Relleno Sanitario mecanizado.

Tabla 10: Densidades de Residuos Sólidos.

Densidad de Residuos Sólidos			
Residuos Sólidos Compactados	Manuales	0,3	ton/m ³
	Mecanizados	0,5	ton/m ³

Fuente: (Jaramillo, 2002)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

$$VRSM_{DC2020}(m^3) = \frac{\left(RSD \left(\frac{Ton}{día} \right) + RSND \left(\frac{Ton}{año} \right) \right) * \frac{7}{6}}{Densidad \left(\frac{Ton}{m^3} \right)} \quad (9)$$

$$VRSM_{DC2020}(m^3) = \frac{\left(36,028 \left(\frac{Ton}{día} \right) + 7,206 \left(\frac{Ton}{año} \right) \right) * \frac{7}{6}}{0,5 \left(\frac{Ton}{m^3} \right)}$$

$$VRSM_{DC2020} = 100,88 m^3$$

- **Anual (m³)**

$$VRSM_{AC2020}(m^3) = VRSM_{DC}(m^3) * 365 \text{ días} \quad (10)$$

$$VRSM_{AC2020}(m^3) = 100,88(m^3) * 365 \text{ días}$$

$$VRSM_{AC2020} = 36.821 m^3$$

4.4.2.2 Material de Cubierta (VMC_D).

- **Diario (m³)**

Material inerte utilizado para cubrir los residuos sólidos depositados en el Relleno Sanitario, corresponde un promedio de 20%.

$$VMC_{D2020}(m^3) = VRSM_{DC}(m^3) * 0.2 \quad (11)$$

$$VMC_{D2020}(m^3) = 100,88 (m^3) * 0.2$$

$$VMC_{D2020} = 20,18 m^3$$

- **Anual (m³)**

$$VMC_{A2020}(m^3) = VMC_D(m^3) * 365 \text{ días}$$

$$VMC_{A2020}(m^3) = 20,18 (m^3) * 365 \text{ días} \quad (12)$$

$$VMC_{A2020}(m^3) = 7.364 m^3$$

4.4.2.3 Residuos Sólidos Estabilizados (VRDME_A).

Se define como la estabilización de los Residuos sólidos Municipales recolectados por maquinaria pesada es decir de forma mecánica. En este proyecto la densidad para calcularlo será 0.7 (Ton/m³) para rellenos mecanizados.

Tabla 11: Densidades de Residuos Sólidos Estabilizados.

Residuos Sólidos Estabilizados	Manuales	0,5	ton/m ³
	Mecanizados	0,7	ton/m ³
		0,8	ton/m ³

Fuente: (Jaramillo, 2002)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

$$VRDME_{A_{2020}} \left(\frac{m^3}{año} \right) = \frac{RSM \left(\frac{Ton}{año} \right)}{Densidad \left(\frac{Ton}{m^3} \right)}$$

$$VRDME_{A_{2020}} \left(\frac{m^3}{año} \right) = \frac{15.780 \left(\frac{Ton}{año} \right)}{0,7 \left(\frac{Ton}{m^3} \right)} \quad (13)$$

$$VRDME_{A_{2020}} = 22.543 \frac{m^3}{año}$$

4.4.2.4 Relleno Sanitario (VRSMT_A).

Este será el volumen total anual que se necesitará para verter y disponer los Residuos Sólidos Municipales.

$$VRDMT_{A_{2020}}(m^3) = VRDME_A(m^3) + VMC_A(m^3)$$

$$VRDMT_{A_{2020}}(m^3) = 22.543 (m^3) + 7.364 (m^3) \quad (14)$$

$$VRDMT_{A_{2020}}(m^3) = 29.907 \frac{m^3}{año}$$

4.4.3 Área.

4.4.3.1 Área Total Anual Requerida A_r .

Se caracteriza por ser el área a disponer, la cual estará en función al volumen total anual para disponer los residuos y la altura ya establecida. La altura de cada plataforma que posee el relleno (H) de este proyecto es de 1,7 m.

$$A_{R2020}(m^2) = \frac{VRDMT_A \left(\frac{m^3}{año} \right)}{H (m)}$$

$$A_{R2020}(m^2) = \frac{29.907 \left(\frac{m^3}{año} \right)}{1,7 (m)} \quad (15)$$

$$A_{R2020} = 17.593 m^2$$

4.4.3.2 Área para Infraestructura Auxiliar A_{AUX} .

Es el incremento del área total en un 20%-30%, en nuestro caso se incrementó el 20%. Esta área sirve para implementar obras auxiliares al relleno como lo son caseta de seguridad, báscula, vías de circulación entre otras.

$$A_{AUX.2020}(m^2) = A_{R(acum)} * 1.2$$

$$A_{AUX.2020}(m^2) = 17.593 (m^2) * 1.2 \quad (16)$$

$$A_{AUX.2020} = 21.111 m^2$$

Resumen de Áreas y Volúmenes para Dimensionamiento

Durante los 25 años de vida útil del relleno sanitario, es decir para el año 2045 tendremos:

- Población: 72.158 habitantes
- Tasa per cápita: 0,72 kg/hab*día
- Peso de los residuos diarios: 61,912 Ton/día
- Volumen de basura recogida: 32.282 m³/año
- Volumen a disponer en el relleno sanitario: 42.828 m³/año
- Volumen acumulado en el relleno sanitario: 940.837 m³
- Área exclusiva para el relleno sanitario: 553.554 m²
- Área requerida total: 664.120 m² = 66,12 Has.

4.5 Prediseño de Relleno Sanitario

4.5.1 Volumen de Plataformas.

Se utilizará la regla de prismoide para el dimensionamiento de las plataformas proyectadas, que se rige por la siguiente ecuación:

$$Volumen = \frac{1}{3}h \left(a * b + c * d + \sqrt{(a * b) * (c * d)} \right) \quad (17)$$

Donde:

- a = Largo de la plataforma inferior
- b = ancho de la plataforma inferior
- c = Largo de la plataforma superior
- d = ancho de la plataforma superior
- h = altura de la plataforma total
- Talud utilizado vertical/horizontal 1:1.5
- Berma: 4 m de cada lado
- Material de cobertura: 0.20 m

Plataforma N° 1

$$V_{P1} = \frac{1}{3} * 1,70 * \left((275 * 275) + (271 * 271) + \sqrt{(275 * 275) * (271 * 271)} \right)$$

$$V_{P1} = 127.447 \text{ m}^3$$

Cálculo del Volumen por la Regla del Prismoide: El prismoide es aquella figura geométrica que posee dos caras planas y paralelas ya sea de forma regular o irregular, las cuales estarán unidas por superficies planas o alabeadas en las que es posible trazar rectas desde una cara hasta la otra cara paralela. Se puede calcular su volumen por la regla de Simpson, donde se divide la figura de forma que resulte un número de secciones equidistantes donde 3 es el número menos que llega a cumplir la condición. (Jaramillo, 2002, p. 108)

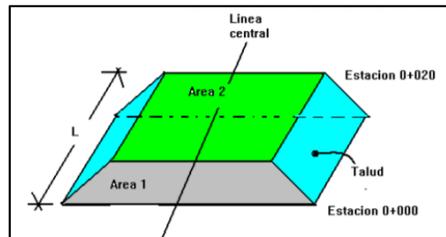


Ilustración 21: Método del Prismoide.

Fuente: (Navarro Hudiel, 2010)

4.5.2 Dimensionamiento de la Celda Diaria.

Para calcular el volumen de residuos que se confinarán en las celdas diarias se necesita el valor de la generación de residuos en Ton/días el cual será igual a la suma de los RSD (Residuos Sólidos Domiciliarios) y los RSND (Residuos Sólidos no Domiciliarios), la densidad de compactación de los residuos y el factor de material de cobertura.

Para saber cuánto volumen por día de espacio se necesita para confinar los residuos generados (MMAyA, 2012, p. 72) propone la siguiente ecuación:

$$V_c = \left(\frac{G_T}{D} \right) M_c \quad (18)$$

Donde:

- G_T : Cantidad de Residuos $RSD + RSND$
- D : Densidad de compactación (0,3 – 0,5 ton/m³)
- M_c : Factor de material de Cobertura (20% - 25%)

Para calcular el largo de la celda o el avance se tiene la siguiente ecuación:

$$L = \frac{V}{A_c * A_T} \quad (19)$$

Donde:

- V : Volumen de la Celda
- A_c : Ancho de la celda o considerado frente de trabajo: 9 m
- A_T : Altura de la celda: 1,7 m

Prototipo Celda Diaria

$$V_c \left(\frac{m^3}{día} \right) = \left(\frac{43,234 \frac{Ton}{día}}{0,5 \frac{Ton}{m^3}} \right) * 1,20$$

$$V_c = 103,76 \frac{m^3}{día}$$

$$L \left(\frac{m}{día} \right) = \frac{103,76 \frac{m^3}{día}}{9 m * 1,7 m}$$

$$L = 7 m \text{ (promedio)}$$

4.6 Diseño de Drenaje de Aguas Lluvias

4.6.1 Intensidad de Lluvia.

Para determinar las secciones de los canales perimetrales que drenaran las aguas lluvias, en primer lugar, se calculó la Intensidad de Lluvia de la zona utilizando el anuario meteorológico del año 2019 utilizando los datos de una estación aledaña en nuestro caso la M0051 de Babahoyo.

Tabla 12: Ecuación Intensidad Duración Frecuencia

Intensidad duración frecuencia estación M0051 Babahoyo					
Estación		Intervalos de tiempo	Ecuaciones	R	R ²
Código	Nombre	(Minutos)			
M0051	Babahoyo	5 < 60	$i = 161,4674 * T^{0,2600} * t^{-0,2744}$	0,9759	0,9524
		60 < 1440	$i = 1639,1433 * T^{0,2267} * t^{-0,8115}$	0,9916	0,9833

Fuente: (INAMHI, 2019)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

En este proyecto se tomó la ecuación correspondiente a un intervalo de tiempo de 60 < 1140 para un periodo de retorno de 50 años.

4.6.2 Caudal de Aguas Lluvias.

Para determinar los caudales de agua lluvia para cada canal se utilizó la fórmula del Método Racional, cuya expresión matemática es:

$$Q = 2.78 C * I * A \quad (20)$$

Donde:

- Q = Caudal de diseño en, L/s
- C = Coeficiente de escurrimiento

- I = Intensidad de la lluvia máxima en, mm/h
- A = Área de aportación
- 2.78 = Coeficiente de transformación.

Método Racional: Este método calcula la generación de escorrentía en una determinada zona o cuenca partiendo de una intensidad de precipitación uniforme en un determinado tiempo, sobre toda la superficie considerada. (Structuralia Blog, 2017)

4.6.3 Dimensionamiento de Canales de Drenaje Perimetrales.

El dimensionamiento hidráulico de los canales y canaletas de alcantarillado pluvial, han sido diseñadas aplicando las fórmulas hidráulicas universales de Continuidad y de Manning, que se expresan de la siguiente manera:

$$Q = A * V \quad (21)$$

$$V = \left(\frac{1}{n}\right) * Rh^{2/3} * S^{1/2} \quad (22)$$

Donde:

- Q = Caudal de descarga en el canal o conducto, en L/s
- A = Área o sección transversal del conducto, en m²
- V = Velocidad media del agua, en m/s
- Rh = Radio Hidráulico, en m.
- S = Pendiente de instalación del conducto
- n = Coeficiente de rugosidad del conducto

Estos serán igualados para poder condicionar las secciones de los canales.

$$Q/A = \left(\frac{1}{n}\right) * Rh^{2/3} * S^{1/2}$$

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = Rh^{2/3} * A$$

Donde:

- **Qⁿ/S^{1/2}: Factor de conducción.** - Hace que el agua fluya sobre el canal por la fuerza gravitacional.
- **Rh^{2/3}*A: Módulo de la sección.** - Forma que va a tener el canal.

Se considerará un canal de drenaje Trapezoidal; el cual poseerá un borde libre de 0.30 m siguiendo las normas de diseño, con un talud de 1:1.

4.7 Generación de Lixiviados

Para el cálculo del caudal de lixiviados se utilizó el método suizo el cual trabaja con la siguiente ecuación:

$$Q = \frac{1}{t} P * A * k \quad (22)$$

Donde:

- Q = Caudal medio de lixiviado o líquido percolado (L/seg)
- P = Precipitación media anual (mm/año)
- A = Área superficial del relleno (m²)
- t = Número de segundos en un año (31.536.000 seg/año)

- K = Coeficiente que depende del grado de compactación de la basura, cuyos valores recomendados son los siguientes:

Para rellenos débilmente compactados con peso específico de 0,4 a 0,7 t/m³, se estima una producción de lixiviado entre 25 y 50% ($k = 0,25$ a $0,50$) de precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

Para rellenos fuertemente compactados con peso específico > 0.7 Ton/m³, se estima una generación de lixiviado entre 15 y 25% ($K= 0.15$ a 0.25) de la precipitación media anual correspondiente al área del relleno.

4.7.1 Dimensionamiento de Drenes.

Se utilizó el Método de Wilkins el cual es utilizado para realizar el dimensionamiento y diseño de canales que posean medio granular en su interior, la ecuación es la siguiente:

$$V = 53,45P * Rh^{0,5} * J^{0,25} \quad (23)$$

Donde:

- V : Velocidad media de flujo, en cm/s
- P : Porosidad del medio granular, variable entre 0.40 y 0.50 m
- Rh : Radio hidráulico del medio granular, en cm
- J : Pendiente del dren, en m/m

El Radio Hidráulico se calculará por medio de la siguiente ecuación:

$$Rh = (P * D_s) / (6(1 - P)) \quad (24)$$

Donde:

- Rh: radio hidráulico, en cm
- Ds: Diámetro promedio del material granular
- P: Porosidad del medio granular (entre 0.40 y 0.50)

4.8 Dimensionamiento del Tanque Séptico

Para realizar el diseño del Tanque Séptico se utilizará la ecuación dada por las normas brasileñas:

$$V = 1.3N(CT + CLfT) \quad (25)$$

Donde:

- V = Volumen útil de la cámara (Lt).
- N = Número de contribuyentes (personas)
- C = Contribución de desechos (Lt/pers-día)
- T = Período de retención (día)
- Lf = Contribución de lodos frescos (Lt/pers-día) (sólidos sedimentables)

Una vez obtenido el volumen sus dimensiones deberán cumplir con las siguientes condiciones y relaciones largo/ancho, ancho/altura; brindadas por las normas las cuales son:

- Ancho interno mínimo (b) = 0.80 m
- Altura útil mínima (h) = 1.20 m
- Relación entre largo (L) y ancho (b), $2 \leq L/b \leq 4$

- Relación entre ancho (b) y altura útil (h), $b \leq 2h$

4.9 Dimensionamiento de Humedal de Flujo Sub-superficial

Existen números métodos para calcular o hallar las dimensiones de un humedal, en nuestro caso el dimensionamiento del mismo se basa en un método sencillo en el que el área superficial esté en función de la carga de DBO₅ y su porcentaje de remoción.

Constante de Temperatura.

$$K_T = K_{20}(1,06^{(T-20)}) \quad (26)$$

Donde:

- K_T : constante de velocidad de reacción (día^{-1})
- K_{20} : La constante de velocidad de reacción en 20°C (día^{-1})
- T: Temperatura (°C)

Área Superficial.

$$A_s = Q * \frac{\ln C_o - \ln C_e}{KT (y) * n} \quad (27)$$

Donde:

- A_s : Área superficial del humedal (m^2)
- Q: caudal de entrada ($\text{m}^3/\text{día}$)
- C: concentración de DBO estimado (mg/L)
- C_o : concentración de DBO en la descarga (mg/L)

- n: porosidad (%)
- h: profundidad del humedal (m)
- K_T : constante de velocidad de reacción (día^{-1})

Tiempo de Retención.

$$t = \frac{nhA_s}{Q} \quad (28)$$

Donde:

- t: tiempo de retención (días)
- n: porosidad (%)
- h: profundidad del humedal (m)
- A_s : área superficial (m^2)
- Q: caudal ($\text{m}^3/\text{día}$)

Ancho de Humedal.

$$W = \frac{1}{h} \left(\frac{QA_s}{mK_s} \right)^{0,5} \quad (29)$$

Donde:

- W: ancho del humedal (m)
- h: profundidad del humedal (m)
- A_s : área superficial (m^2)
- Q: caudal ($\text{m}^3/\text{día}$)
- m: pendiente del fondo del lecho (recomendada del 1%)
- K_s : conductividad hidráulica

Largo del Humedal.

$$L = \frac{A_s}{W} \quad (30)$$

Donde:

- L: largo del humedal (m)
- As: área superficial (m²)
- W: ancho del humedal (m)

Gradiente Hidráulico

$$s = \frac{mh}{L} \quad (31)$$

Donde:

- s: gradiente hidráulico (m/m)
- h: profundidad del humedal (m)
- m: pendiente del fondo del lecho (recomendada del 1%)
- L: largo del humedal (m)

Área Transversal del Humedal

$$Ac = \frac{Q}{L} \quad (32)$$

Donde:

- Ac: área transversal del humedal (m²)
- Q: caudal (m³/día)

- s : gradiente hidráulico (m/m)
- K_s : conductividad hidráulica

CAPITULO V

Resultados

5.1 Selección del Sector

Tabla 13: Parámetros para la Identificación de Sitios

Análisis de Factores y Parámetros para la Identificación de Sitios											
Factores/ Parámetros	Valor mínimo permisible	Puntaje Máximo (a)			Importancia del Factor (b)	Alternativas (a)			Ponderación del Factor (a*b)		
		Mejor Valor	Valor Medio	Peor Valor		Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3
Factores Ambientales		3	2	1	De 1 a 5						
Proximidad a centros poblados.	1.000 m	> 1.000		< 1.000	5	3	3	3	15	15	15
Proximidad a aeropuertos.	3.000 m	> 3.000		< 3.000	3	3	3	3	9	9	9
Proximidad a otras instalaciones.	1.000 m	> 1.000		< 1.000	5	3	3	3	15	15	15
Presencia de zonas de recarga acuífera o fuentes de abastecimiento de agua potable.	500 m	> 500		< 500	4	1	2	3	4	8	12
Afectación paisajística.	n.c.	Baja o Inexistente	Media	Alta	3	2	3	3	6	9	9
Existencia de Barreras naturales (taludes, bosques).	n.c.	Alta	Media	Baja o inexistente	4	1	3	1	4	12	4
Presencia de flora y fauna.	n.c.	Baja o Inexistente	Media	Alta	4	2	1	3	8	4	12
Existencia de área protegidas.	n.c.	No		Si	4	3	3	3	12	12	12
Área con restos arqueológicos.	n.c.	No		Si	5	3	3	3	15	15	15

Dirección del viento predominante.	n.c.	En sentido contrario.	En otro sentido.	En el mismo sentido.	4	1	1	1	4	4	4
Factores Técnicos		3	2	1	De 1 a 5	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3
Vida útil del Terreno.	15 años	> 15 años		< 15 años	4	3	3	3	12	12	12
Topografía del Terreno.	n.c.	3% a 12%	12% a 25%	> 25% o < 3%	4	3	3	3	12	12	12
Textura.	n.c.	Greda franco Arcillosa	Arcillo Limoso	Sin presencia de Arcilla	3	3	3	3	9	9	9
Permeabilidad.					4	2	2	2	8	8	8
Barrera Geológica.	1.50 m	> 1.50		< 1.50	3	3	3	3	9	9	9
Características de Drenaje natural.	n.c.	Bien drenado (> 3m todo el año)	Moderadamente drenado (Entre 0,50 m y 3 m parte del año)	Pobrementemente drenados (Entre 0,50 m y 3 m, mayor parte del año)	3	2	2	2	6	6	6
pH suelo.	n.c.	> 6,0	Entre 5,5 – 6,0	< 5,5	4	3	3	3	12	12	12
Hidrogeología (Manto acuífero).	150 años	> 150		< 150	3	2	3	2	6	9	6
Condiciones sísmicas.	n.c.	Sin Riesgo sísmico		Con Riesgo sísmico	2	1	1	1	2	2	2
Fallas Geológicas.	60 m	> 60		< 60	2	3	3	3	6	6	6
Factores Económicos		3	2	1	De 1 a 5	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3
Distancia de recorrido en el transporte de Residuos Sólidos.	20 Km	< 20		> 20	4	1	1	1	4	4	4
Disponibilidad de material para cobertura.	n.c.	Material de Cobertura en el sitio	Material de cobertura próximo al sitio	Sin Material de cobertura	4	1	1	2	4	4	8
Caminos de acceso.	n.c.	Transitables	Requiere hacer mejoras	Requiere apertura	3	3	2	3	9	6	9

Disponibilidad de servicios básicos.	n.c.	Servicios básicos de agua luz en el sitio	Servicios básicos próximos al sitio	Sin Servicios Básico	3	2	1	2	6	3	6
Uso actual del terreno y sus colindancias.	n.c.	Terreno Improductivo	Terreno de pastoreo	Terreno Productivo	2	3	1	2	6	2	4
Factores Sociales		3	2	1	De 1 a 5	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3
Legalidad de asentamiento.	n.c.	Menor a 100 familias legalmente asentadas	Entre 100 y 200	Mayor a 200	4	3	3	2	12	12	8
Opinión pública.	n.c.	Opinión Favorable	Opinión Dividida	Opinión Desfavorable	3	1	3	2	3	9	6
Interés en el proyecto.	n.c.	Interés Favorable	Interés Medio	Sin Interés	3	1	2	2	3	6	6
Necesidad de servidumbre para acceso.	n.c.	No		Si	3	3	3	3	9	9	9
Factores Legales		3	2	1	De 1 a 5	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3	Sector N°1	Sector N°2	Sector N°3
Derecho propietario.	n.c.	Publico	Comunitario	Privado	2	1	3	3	2	6	6
Estado jurídico.	n.c.	Terreno Saneado	Terreno con documentación faltante	Terreno en litigio	2	1	3	3	2	6	6
Total									234	255	261

Fuente: (MMAyA, 2012)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.2 Proyección de la Población

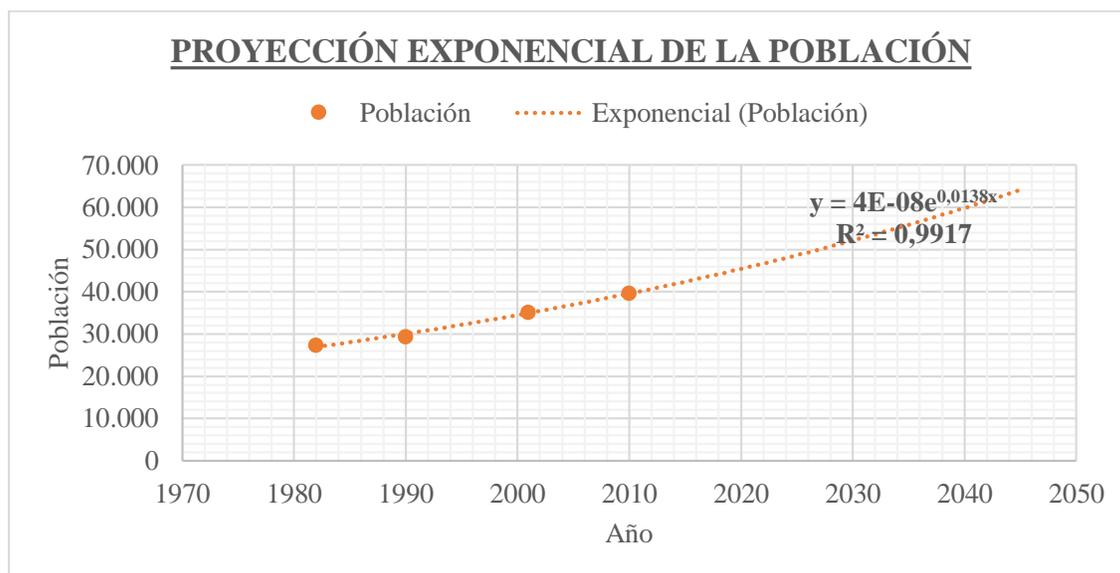


Ilustración 22: Proyección Exponencial de la Población.

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Tabla 14: Proyección Anual de la Población.

Año	Población	Año	Población
2020	51.104	2033	61.146
2021	51.814	2034	61.995
2022	52.534	2035	62.857
2023	53.264	2036	63.730
2024	54.004	2037	64.616
2025	54.754	2038	65.514
2026	55.515	2039	66.424
2027	56.287	2040	67.347
2028	57.069	2041	68.283
2029	57.862	2042	69.232
2030	58.666	2043	70.194
2031	59.481	2044	71.169
2032	60.308	2045	72.158

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.3 Proyección de la Producción Percápita

<u>Año 2018</u>	
Ppc	0,7
(kg/hab/d)	

Tabla 15: Producción Percápita Proyectada.

<u>Año</u>	<u>Población</u>	<u>Ppc</u>
	(hab)	(kg/hab/d)
2020	51.104	0,71
2021	51.814	0,71
2022	52.534	0,71
2023	53.264	0,72
2024	54.004	0,72
2025	54.754	0,72
2026	55.515	0,72
2027	56.287	0,72
2028	57.069	0,72
2029	57.862	0,72
2030	58.666	0,72
2031	59.481	0,72
2032	60.308	0,72
2033	61.146	0,72
2034	61.995	0,72
2035	62.857	0,72
2036	63.730	0,72
2037	64.616	0,72
2038	65.514	0,72
2039	66.424	0,72
2040	67.347	0,72
2041	68.283	0,72
2042	69.232	0,72
2043	70.194	0,72
2044	71.169	0,72
2045	72.158	0,72

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.4 Volumen y Área Requerida para el Prediseño del Relleno Sanitario

5.4.1 Cantidad de Residuos Sólidos.

Tabla 16: Cantidad de Residuos Sólidos.

Cantidad de Residuos Sólidos					
Año	RSD (kg/día)	RSD (Ton/día)	RSND (Ton/día)	Anual (Ton/año)	Acumulado (Ton/año)
2020	36.028	36,028	7,206	15.780	15.780
2021	36.529	36,529	7,306	16.000	31.780
2022	37.036	37,036	7,407	16.222	48.002
2023	38.084	38,084	7,617	16.681	64.683
2024	38.613	38,613	7,723	16.912	81.595
2025	39.149	39,149	7,830	17.147	98.742
2026	39.693	39,693	7,939	17.386	116.128
2027	40.245	40,245	8,049	17.627	133.755
2028	40.804	40,804	8,161	17.872	151.628
2029	41.371	41,371	8,274	18.121	169.748
2030	41.946	41,946	8,389	18.372	188.121
2031	42.529	42,529	8,506	18.628	206.748
2032	43.120	43,120	8,624	18.887	225.635
2033	43.719	43,719	8,744	19.149	244.784
2034	44.327	44,327	8,865	19.415	264.199
2035	44.943	44,943	8,989	19.685	283.884
2036	45.567	45,567	9,113	19.958	303.842
2037	46.200	46,200	9,240	20.236	324.078
2038	46.842	46,842	9,368	20.517	344.595
2039	47.493	47,493	9,499	20.802	365.397
2040	48.153	48,153	9,631	21.091	386.488
2041	48.822	48,822	9,764	21.384	407.872
2042	49.501	49,501	9,900	21.681	429.553
2043	50.188	50,188	10,038	21.983	451.536
2044	50.886	50,886	10,177	22.288	473.824
2045	51.593	51,593	10,319	22.598	496.422

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.4.2 Volumen de Residuos Sólidos.

Tabla 17: Volumen de Residuos Sólidos.

Volumen de residuos sólidos (m ³)								
<u>Residuos sólidos compactados</u>		<u>Material de cobertura</u>		<u>Material compactado + material de cobertura</u>	<u>Estabilizados diario</u>	<u>Estabilizados Anual</u>	<u>Relleno Sanitario</u>	
<u>Diaria</u>	<u>anual</u>	<u>Diaria</u>	<u>Anual</u>	<u>Diario</u>			<u>(m³)</u>	<u>Acumulado</u>
<u>(m³)</u>	<u>(m³)</u>	<u>(m³)</u>	<u>(m³)</u>	<u>(m³)</u>	<u>(m³/día)</u>	<u>(m³/año)</u>		<u>(m³)</u>
100,88	36.821	20,18	7.364	121,05	61,76	22.543	29.907	29.907
102,28	37.332	20,46	7.466	122,74	62,62	22.857	30.323	60.231
103,70	37.851	20,74	7.570	124,44	63,49	23.174	30.744	90.975
106,63	38.922	21,33	7.784	127,96	65,29	23.829	31.614	122.589
108,12	39.462	21,62	7.892	129,74	66,19	24.161	32.053	154.642
109,62	40.011	21,92	8.002	131,54	67,11	24.496	32.498	187.140
111,14	40.567	22,23	8.113	133,37	68,05	24.837	32.950	220.090
112,69	41.130	22,54	8.226	135,22	68,99	25.182	33.408	253.498
114,25	41.702	22,85	8.340	137,10	69,95	25.532	33.872	287.371
115,84	42.281	23,17	8.456	139,01	70,92	25.887	34.343	321.713
117,45	42.869	23,49	8.574	140,94	71,91	26.246	34.820	356.533
119,08	43.465	23,82	8.693	142,90	72,91	26.611	35.304	391.837
120,74	44.069	24,15	8.814	144,88	73,92	26.981	35.794	427.632
122,41	44.681	24,48	8.936	146,90	74,95	27.356	36.292	463.924
124,11	45.302	24,82	9.060	148,94	75,99	27.736	36.796	500.720
125,84	45.931	25,17	9.186	151,01	77,04	28.121	37.307	538.027
127,59	46.570	25,52	9.314	153,11	78,12	28.512	37.826	575.853
129,36	47.217	25,87	9.443	155,23	79,20	28.908	38.352	614.205
131,16	47.873	26,23	9.575	157,39	80,30	29.310	38.884	653.089
132,98	48.538	26,60	9.708	159,58	81,42	29.717	39.425	692.514
134,83	49.212	26,97	9.842	161,79	82,55	30.130	39.973	732.487
136,70	49.896	27,34	9.979	164,04	83,70	30.549	40.528	773.015
138,60	50.590	27,72	10.118	166,32	84,86	30.973	41.091	814.106
140,53	51.293	28,11	10.259	168,63	86,04	31.404	41.662	855.768
142,48	52.005	28,50	10.401	170,98	87,23	31.840	42.241	898.009
144,46	52.728	28,89	10.546	173,35	88,45	32.282	42.828	940.837
Total							940.837	11.956.713

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.4.3 Área.

Tabla 18: Áreas Requerida.

Área Requerida		
Relleno Sanitario (Ar)	Área total (At)	Área para infraestructura auxiliar
17.593	17.593	21.111
17.837	35.430	42.516
18.085	53.515	64.218
18.596	72.111	86.533
18.855	90.966	109.159
19.117	110.083	132.099
19.382	129.465	155.358
19.652	149.117	178.940
19.925	169.042	202.850
20.202	189.243	227.092
20.482	209.726	251.671
20.767	230.493	276.591
21.056	251.548	301.858
21.348	272.896	327.476
21.645	294.541	353.449
21.946	316.487	379.784
22.251	338.737	406.485
22.560	361.297	433.556
22.873	384.170	461.004
23.191	407.361	488.833
23.513	430.874	517.049
23.840	454.714	545.657
24.171	478.886	574.663
24.507	503.393	604.071
24.848	528.241	633.889
25.193	553.434	664.120
Total		
553.434	7.033.360	8.440.033

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.5 Prediseño de Relleno Sanitario

5.5.1 Volumen de Plataformas.

Tabla 19: Dimensiones y Volúmenes de las Plataformas.

Conformación de las Plataformas							
Nivel	Lado a Inferior (m)	Lado b Inferior (m)	Área Inferior (m²)	Lado a Superior (m)	Lado b Superior (m)	Área Superior (m²)	Volumen (m³)
1	275	275	75.625	271	271	73.441	127.447
2	263	263	69.169	259	259	67.081	116.489
3	251	251	63.001	247	247	61.009	106.024
4	239	239	57.121	235	235	55.225	96.051
5	227	227	51.529	223	223	49.729	86.571
6	215	215	46.225	211	211	44.521	77.583
7	203	203	41.209	199	199	39.601	69.088
8	191	191	36.481	187	187	34.969	61.085
9	179	179	32.041	175	175	30.625	53.575
10	167	167	27.889	163	163	26.569	46.557
11	155	155	24.025	151	151	22.801	40.032
12	143	143	20.449	139	139	19.321	33.999
13	131	131	17.161	127	127	16.129	28.458

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

- Se empezará con un área base de 75.625 m² la cual está conformada de 275 m * 275 m de cada lado, y se formará la plataforma de acuerdo al talud 1.5:1. Al área superior se le restarán los 4 m de cada lado, correspondientes a la berma.

5.5.2 Dimensionamiento de la Celda Diaria.

Tabla 20: Dimensiones de las Celdas Diarias.

Cálculo de las Celdas Diarias									
Año	Nº. de Habitantes	Generación	Generación	Factor de material de cobertura	Volumen celdas diarias	Ancho (m)	Altura (m)	Largo (m)	
		Kg/hab/día	Ton /día		m ³				
2020	51.104	0,71	43,23	1,20	103,76	9,0	1,71	6,7	7
2021	51.814	0,71	43,83	1,20	105,20	9,0	1,71	6,8	
2022	52.534	0,71	44,44	1,20	106,66	9,0	1,71	6,9	
2023	53.264	0,72	45,70	1,20	109,68	9,0	1,71	7,1	
2024	54.004	0,72	46,34	1,20	111,21	9,0	1,71	7,2	
2025	54.754	0,72	46,98	1,20	112,75	9,0	1,71	7,3	
2026	55.515	0,72	47,63	1,20	114,32	9,0	1,71	7,4	
2027	56.287	0,72	48,29	1,20	115,91	9,0	1,71	7,5	8
2028	57.069	0,72	48,97	1,20	117,52	9,0	1,71	7,6	
2029	57.862	0,72	49,65	1,20	119,15	9,0	1,71	7,7	
2030	58.666	0,72	50,34	1,20	120,80	9,0	1,71	7,8	
2031	59.481	0,72	51,03	1,20	122,48	9,0	1,71	8,0	
2032	60.308	0,72	51,74	1,20	124,19	9,0	1,71	8,1	
2033	61.146	0,72	52,46	1,20	125,91	9,0	1,71	8,2	
2034	61.995	0,72	53,19	1,20	127,66	9,0	1,71	8,3	9
2035	62.857	0,72	53,93	1,20	129,43	9,0	1,71	8,4	
2036	63.730	0,72	54,68	1,20	131,23	9,0	1,71	8,5	
2037	64.616	0,72	55,44	1,20	133,06	9,0	1,71	8,6	
2038	65.514	0,72	56,21	1,20	134,91	9,0	1,71	8,8	
2039	66.424	0,72	56,99	1,20	136,78	9,0	1,71	8,9	
2040	67.347	0,72	57,78	1,20	138,68	9,0	1,71	9,0	
2041	68.283	0,72	58,59	1,20	140,61	9,0	1,71	9,1	9
2042	69.232	0,72	59,40	1,20	142,56	9,0	1,71	9,3	
2043	70.194	0,72	60,23	1,20	144,54	9,0	1,71	9,4	
2044	71.169	0,72	61,06	1,20	146,55	9,0	1,71	9,5	
2045	72.158	0,72	61,91	1,20	148,59	9,0	1,71	9,7	

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.6 Diseño de Drenaje de Aguas Lluvias

- **I: Intensidad de lluvia máxima = 143,48 mm/h**
- Se dividió el área del lugar en 3 sectores distintos, ya que el área es grande. Es por esta razón que tendrá 3 canales perimetrales con diferentes dimensiones cada uno para drenar las aguas lluvias, estos variaran en función de las áreas aportantes.
- **C: Coeficiente de Escorrentía = 0.45**

Tabla 21: Caudales según el área de aportación.

Detalle de caudales según el Sector								
Sector	Descripción	Áreas (Ha)	Intensidad (mm/hora)	Coeficiente de escorrentía	Caudal (m ³ /s)	Porcentaje de aportación del sector	Caudal Parcial (m ³ /s)	Caudal Total (m ³ /s)
1	Relleno	7,56	143,48	0,45	1,36	60%	0,81	5,07
	Área Restante	23,71	143,48	0,45	4,26	100%	4,26	
2	Área Restante	8,68	143,48	0,45	1,56	100%	1,56	1,56
3	Área Restante	24,71	143,48	0,45	4,44	100%	4,44	4,44

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Tabla 22: Factor de Conducción.

Factores de conducción en función de elementos de cálculo										
Sector	Tipo de canal	Descripción	Elementos de Cálculo		Talud	Pendiente		Rugosidad (n)	Factor de Conducción	
			Caudal Parcial (m ³ /s)	Caudal Total (m ³ /s)		‰	%		Parcial	Acumulado
1	C1	Relleno	0,81	5,07	1:1	0,5	0,05	0,014	0,51	3,17
	C1	Área Restante	4,26		1:1	0,5	0,05	0,014	2,66	
2	C2	Área Restante	1,56	1,56	1:1	0,5	0,05	0,014	0,98	0,98
3	C3	Área Restante	4,44	4,44	1:1	0,5	0,05	0,014	2,78	2,78

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.6.1 Dimensiones de los Canales Perimetrales.

Tabla 23: Canal Sector 1.

Cálculo de dimensiones para canal de sector 1							
b	y	A	P	Rh	B	$Rh^{2/3}$	$A * Rh^{2/3}$
Ancho de Fondo (m)	Tirante Normal (m)	Área de Flujo (m ²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Ancho en la Superficie (m)		Módulo de la Sección
0,50	1,75	3,94	5,45	0,72	4,00	0,81	3,17

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = Rh^{2/3} * A \quad (33)$$

3,17 = 3,17 Cumple

canalenlinea05.php: Tirante normal y tirante crítico en un canal prismático



Definición gráfica de un canal prismático

Fórmulas para el tirante normal

$$A = y(b + zy)$$

$$P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$$

$$T = b + 2zy$$

$$R = A/P$$

$$D = A/T$$

$$Q = (C/n) AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = Q/A$$

$$F = V/(gd)^{1/2}$$

Fórmulas para el tirante crítico

$$F^2 = (Q^2 T) / (gA^3)$$

$$F = 1$$

$$(Q^2/g)T - A^3 = 0$$

$$A = y(b + zy)$$

$$T = b + 2zy$$

$$V = Q/A$$

$$D = A/T$$

DATOS DE ENTRADA:	CÁLCULOS INTERMEDIOS (tirante normal):	RESULTADOS (tirante normal):	CÁLCULOS INTERMEDIOS (tirante crítico):	RESULTADOS (tirante crítico):
Selección: <input type="button" value="Unidades métricas"/> <input type="button" value="Unidades EE.UU."/>	Unidades: SI Units	Tirante normal y_n : 1.751 m	Unidades: SI Units	Tirante crítico y_c : 1.169 m
Caudal Q: <input type="text" value="5.07"/> m ³ s ⁻¹	Acceleración de la gravedad g: 9.81 m s ⁻²	Velocidad media V_n : 1.286 m s ⁻¹	Acceleración de la gravedad g: 9.81 m s ⁻²	Velocidad media V_c : 2.597 m s ⁻¹
Ancho del fondo b: <input type="text" value="0.5"/> m	Constante de unidades C: 1	Número de Froude F_n : 0.414	Área de flujo A_c : 1.95 m ²	Número de Froude F_c : 1
Pendiente del lado z: <input type="text" value="1"/>	Área de flujo A_n : 3.94 m ²		Perímetro mojado P_c : 3.807 m	
Pendiente del fondo S: <input type="text" value="0.0005"/>	Perímetro mojado P_n : 5.452 m		Ancho en la superficie T_c : 2.839 m	
Número de Manning n: <input type="text" value="0.014"/>	Ancho en la superficie T_n : 4.002 m		Radio hidráulico R_c : 0.513 m	
	Radio hidráulico R_n : 0.723 m		Profundidad hidráulica D_c : 0.688 m	
	Profundidad hidráulica D_n : 0.985 m			

Ilustración 23: Dimensiones del canal Sector 1.

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Tabla 24: Canal Sector 2.

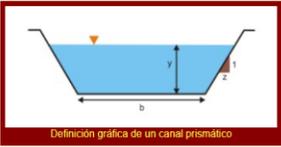
Cálculo de dimensiones para canal de sector 2							
b	y	A	P	Rh	B	$Rh^{\frac{2}{3}}$	$A * Rh^{\frac{2}{3}}$
Ancho de Fondo (m)	Tirante Normal (m)	Área de Flujo (m²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Ancho en la Superficie (m)		Módulo de la Sección
0,50	1,05	1,62	3,46	0,47	2,59	0,60	0,98

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = Rh^{2/3} * A \quad (34)$$

0,98 = 0,98 **Cumple**

canalenes05.php: Tirante normal y tirante crítico en un canal prismático



Definición gráfica de un canal prismático

Fórmulas para el tirante normal

$$A = y(b + zy)$$

$$P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$$

$$T = b + 2zy$$

$$R = A/P$$

$$D = A/T$$

$$Q = (C/n) AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = Q/A$$

$$F = V/(gd)^{1/2}$$

Fórmulas para el tirante crítico

$$F^2 = (Q^2 T) / (gA^3)$$

$$F = 1$$

$$(Q^2/g)T - A^3 = 0$$

$$A = y(b + zy)$$

$$T = b + 2zy$$

$$V = Q/A$$

$$D = A/T$$

DATOS DE ENTRADA:	CÁLCULOS INTERMEDIOS (tirante normal):	RESULTADOS (tirante normal):	CÁLCULOS INTERMEDIOS (tirante crítico):	RESULTADOS (tirante crítico):
Selección: <input type="text" value="Unidades métricas - Unidades EE.UU."/>	Unidades: SI Units	Tirante normal y_n : 1.047 m	Unidades: SI Units	Tirante crítico y_c : 0.661 m
Caudal Q: <input type="text" value="1.56"/> m ³ s ⁻¹	Acceleración de la gravedad g: 9.81 m s ⁻²	Velocidad media V_n : 0.963 m s ⁻¹	Acceleración de la gravedad g: 9.81 m s ⁻²	Velocidad media V_c : 2.033 m s ⁻¹
Ancho del fondo b: <input type="text" value="0.5"/> m	Constante de unidades C: 1	Número de Froude F_n : 0.389	Área de flujo A_c : 0.77 m ²	Número de Froude F_c : 1
Pendiente del lado z: <input type="text" value="1"/>	Área de flujo A_n : 1.62 m ²		Perímetro mojado P_c : 2.37 m	
Pendiente del fondo S: <input type="text" value="0.0005"/>	Perímetro mojado P_n : 3.462 m		Ancho en la superficie T_c : 1.822 m	
Número de Manning n: <input type="text" value="0.014"/>	Ancho en la superficie T_n : 2.594 m		Radio hidráulico R_c : 0.324 m	
	Radio hidráulico R_n : 0.468 m		Profundidad hidráulica D_c : 0.421 m	
	Profundidad hidráulica D_n : 0.625 m			

Ilustración 24: Dimensiones del Canal Sector 2.

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Tabla 25: Canal Sector 3.

Cálculo de dimensiones para canal de sector 3							
b	y	A	P	Rh	B	$Rh^{\frac{2}{3}}$	$A * Rh^{\frac{2}{3}}$
Ancho de Fondo (m)	Tirante Normal (m)	Área de Flujo (m²)	Perímetro Mojado (m)	Radio Hidráulico (m)	Ancho en la Superficie (m)		Módulo de la Sección
0,50	1,68	3,57	5,20	0,69	3,81	0,78	2,78

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

$$\frac{Qn}{S^{1/2}} = Rh^{2/3} * A \quad (35)$$

2,78 = 2,78 **Cumple**

canalelinea05.php: Tirante normal y tirante crítico en un canal prismático



Definición gráfica de un canal prismático

Fórmulas para el tirante normal

$$A = y(b + zy)$$

$$P = b + 2y(1 + z^2)^{1/2}$$

$$T = b + 2zy$$

$$R = A/P$$

$$D = A/T$$

$$Q = (C/n) AR^{2/3} S^{1/2}$$

$$V = Q/A$$

$$F = V/(gb)^{1/2}$$

Fórmulas para el tirante crítico

$$F^2 = (Q^2 T) / (gA^3)$$

$$F = 1$$

$$(Q^2/g)T - A^3 = 0$$

$$A = y(b + zy)$$

$$T = b + 2zy$$

$$V = Q/A$$

$$D = A/T$$

DATOS DE ENTRADA:	CÁLCULOS INTERMEDIOS (tirante normal):	RESULTADOS (tirante normal):	CÁLCULOS INTERMEDIOS (tirante crítico):	RESULTADOS (tirante crítico):
Selección: <input type="button" value="Unidades métricas"/> <input type="button" value="Unidades EE.UU."/>	Unidades: SI Units	Tirante normal y_n : 1.655 m	Unidades: SI Units	Tirante crítico y_c : 1.099 m
Caudal Q: <input type="text" value="4.44"/> m ³ s ⁻¹	Acceleración de la gravedad g: 9.81 m s ⁻²	Velocidad media V_n : 1.245 m s ⁻¹	Acceleración de la gravedad g: 9.81 m s ⁻²	Velocidad media V_c : 2.528 m s ⁻¹
Ancho del fondo b: <input type="text" value="0.5"/> m	Constante de unidades C: 1	Número de Froude F_n : 0.411	Área de flujo A_c : 1.76 m ²	Número de Froude F_c : 1
Pendiente del lado z: <input type="text" value="1"/>	Área de flujo A_n : 3.57 m ²		Perímetro mojado P_c : 3.608 m	
Pendiente del fondo S: <input type="text" value="0.0005"/>	Perímetro mojado P_n : 5.181 m		Ancho en la superficie T_c : 2.698 m	
Número de Manning n: <input type="text" value="0.014"/>	Ancho en la superficie T_n : 3.81 m		Radio hidráulico R_c : 0.487 m	
	Radio hidráulico R_n : 0.688 m		Profundidad hidráulica D_c : 0.651 m	
	Profundidad hidráulica D_n : 0.936 m			

Ilustración 25: Dimensiones del Canal Sector 3.

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

5.7 Generación de Lixiviados

- **P** = 576 mm/año
- **A** = 75.200 m²
- **t** = 31.536 seg/año
- **k** = 0,5
- **1m** = 1000 mm

$$Q = \frac{1}{t} * P * A * k$$

$$Q = \frac{1}{31.536 \frac{\text{seg}}{\text{año}}} * \left(\frac{575,7\text{mm}}{\text{año}} * \frac{1\text{m}}{1000\text{mm}} \right) * 75.625 \text{ m}^2 * 0,50$$

$$Q = 0,0007 \frac{\text{m}^3}{\text{seg}}$$

$$Q = 59,30 \frac{\text{m}^3}{\text{dia}}$$

$$Q = 0,69 \frac{\text{l}}{\text{seg}}$$

5.7.1 Dimensionamiento de Drenes.

- **P** = 0,45 m
- **J** = 0,015 m/m
- **Ds** = Diametro promedio del material granular = 6 cm
- **Rh** = Radio Hidráulico
- **A** = 75.200 m²
- **Q** = Caudal de Lixiviados = 0.0007 m³/seg

$$Rh = (P * Ds)/(6(1 - P))$$

$$Rh = (0.45\text{m} * 6\text{cm})/(6(1 - 0.45\text{m}))$$

$$Rh = 0.82 \text{ cm}$$

$$V = 53,45P * Rh^{0,5} * J^{0,25}$$

$$V = 53,45(0.45 \text{ cm}) * 0.82 \text{ cm}^{0,5} * 0.015 \text{ m/m}^{0,25}$$

$$V = 7.61 \frac{\text{cm}}{\text{s}} = 0.08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Teniendo el Caudal de Lixiviados:

$$Q = A * V$$

$$Q = A * 0.08 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = 0.0007 \frac{\text{m}^3/\text{seg}}{0.08 \frac{\text{m}}{\text{s}}}$$

$$A = 0.009 \text{ m}^2$$

- Se necesitarán tuberías de Ø110 mm con una capacidad de 0.0095 m², para recolectar los lixiviados.

5.8 Dimensionamiento del Tanque Séptico

$$V = 1,3N * (CT + C * LF * T)$$

Donde:

- **NC** = Caudal diario = 59.30 m³/día
- **T** = 1día
- **Lf** = 0.2 ml/Lt

$$V = 1,3N * C * T + 1,3N * C * LF * T$$

$$V = 1,3 * \left(59.64 \frac{\text{l}}{\text{d}}\right) * (1 \text{ dia}) + 1,3 * \left(59.64 \frac{\text{l}}{\text{d}}\right) * \left(0,2 \text{ ml} * \frac{1\text{L}}{1000 \text{ ml}}\right) * (1 \text{ dia})$$

$$V = 77,112 \text{ m}^3$$

Aplicando la norma brasileña para el Tanque Séptico tendremos:

$$V = L * a * h$$

$$V = 2a * a * h$$

$$V = 2a^2 * h$$

$$a = \sqrt{\frac{V}{2 * h}}$$

$$a = \sqrt{\frac{77,548 \text{ m}^3}{3,5 * 1,80 \text{ m}}}$$

$$a = 3,50 \text{ m}$$

Aplicamos la relación 3,5:1 largo, ancho

$$L = 3,5 * a$$

$$L = 3,5 * (3,50 \text{ m})$$

$$L = 12,5 \text{ m}$$

El volumen calculado para la cámara séptica es de 77,112 m³, y teniendo en cuenta las condiciones para el diseño de la norma brasileña, las medidas quedan de la siguiente forma:

$$V = 77,112 \text{ m}^3$$

$$L = 12,5 \text{ m}$$

$$a = 3,50 \text{ m}$$

$$h = 1,80 \text{ m}$$

Verificamos que cumpla con las condiciones de diseño:

$$2 \leq l/b \leq 4$$

$$2 \leq 12,5/3,5 \leq 4$$

$$2 \leq 3,57 \leq 4 \quad \text{ok}$$

$$b \leq 2 * h$$

$$3,5 \text{ m} \leq 2 * (1,80 \text{ m})$$

$$3,5 \text{ m} \leq 3,6 \text{ m} \quad \text{ok}$$

5.9 Dimensionamiento de Humedal de Flujo Sub-superficial

Tabla 26: Análisis de Lixiviados del Botadero ubicado en la Ciudad de Babahoyo.

Parámetros	Valores	C concentración efluente (mg/l)	Co concentración afluente (mg/l)	Estado
pH	6	6	9	Cumple
Sólidos disueltos*	406	406	-	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno 5*	880	880	100	Necesita tratamiento
Demanda Química de Oxígeno	1.831	1.831	250	Necesita tratamiento
Oxígeno Disuelto	<1	<1	-	Cumple
Sólidos Totales	800	800	1.600	Cumple
Coliformes Fecales (E. Coli)	>2.420	2.420	< 1	Necesita tratamiento
Coliformes Totales	>2.420	> 2.420	-	Cumple
Arsénico	<0,010	< 0,010	0,50	Cumple
Cadmio	<0,010	< 0,010	0,20	Cumple
Mercurio	<0,010	< 0,010	0,01	Cumple
Níquel	<0,02	< 0,02	2	Cumple
Plomo	<0,05	< 0,05	0,5	Cumple
Zinc	0	0,228	10	Cumple

Fuente: (AOIRCORP & GAD, 2014)

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Tabla 27: Porcentajes de Remoción.

Parámetro	Remoción				Límites Permisibles
	Tanque Séptico		Humedal		
Remoción del DQO	70%	264	70%	79,2	100
Remoción del DBO5	70%	549,3	70%	164,79	250
Coliformes Fecales (E. Coli)	99%	36,3	99%	0,5445	1

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Área Superficial

$$As = Q * \frac{\ln Co - \ln Ce}{KT * y * m}$$

Dónde:

- **Q:** Caudal de entrada = 59.30 m³/día
- **Ln Co: DBO5 entrada** = 549,3 mg/L
- **Ln Ce: DBO5 salida** = 164,79 mg/L
- **K_T:** Constante de temperatura proveniente de las ecuaciones.
- **y:** Profundidad de diseño del sistema = 0,6 m
- **n:** Porosidad del humedal = 0,35
- **m:** Pendiente: 1%

$$K_T = K_{20}(1,06^{(T-20)})$$

$$K_S = 9.000 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{día}$$

$$K_{20} = 1.104 \text{ d}^{-1}$$

$$T = 24^\circ\text{C}$$

$$K_T = 1,4$$

$$AS = 59,64 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * \left(\frac{\ln \left(549,3 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right) - \ln \left(164,79 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \right)}{1,4 * 0,6\text{m} * 1\%} \right)$$

$$AS = 244 \text{ m}^2$$

Tiempo de Retención

$$t = \frac{n * h * AS}{Q}$$

$$t = 1 \text{ día}$$

La relación obtenida dentro de los rangos se realiza mediante la relación 3:1, tres veces largo que ancho

$$L = 3 * W$$

$$A_s = L * W$$

$$A_s = 3W * W$$

$$W = \sqrt{\frac{A_s}{3}}$$

$$W = \sqrt{\frac{245 \text{ m}^2}{3}}$$

$$W = 9 \text{ m}$$

Por lo tanto:

$$L = 3 * W$$

$$L = 27 \text{ m}$$

El Área Transversal:

$$A_c = W * h$$

$$A_c = 9 \text{ m} * 0,6 \text{ m}$$

$$A_c = 5,43 \text{ m}^2$$

5.10 Presupuesto Referencial

Tabla 28: Presupuesto Referencial.

Rubro	Descripción	Unidad	Cant.	P. U.	Precio Total
1,00	Preliminares				
1,01	Limpieza de terreno y desalojo.	m ²	89.000	\$ 0,32	\$ 28.480,00
1,03	Señalización (Obra y alrededor).	U	5	\$ 140,10	\$ 700,50
				Sub. Total	\$ 29.181
2,00	PLATAFORMAS				
2,01	Trazado, Replanteo y Nivelación.	ha	70.314	\$ 1,60	\$ 112.502,40
2,02	Colocación, Compactación Desechos sólidos.	m ³	3.317	\$ 2,90	\$ 9.619
2,03	Relleno compactado con material de cobertura.	m ³	1.203	\$ 4,15	\$ 4.992
2,04	Suministro e instalación de geomembrana polietileno.	m ²	76.198	\$ 6,88	\$ 524.242
				Sub. Total	\$ 651.356
3,00	DRENAJES DE LIXIVIADOS				
3,01	Excavación a mano.	m ³	382,94	\$ 7,80	\$ 2.986,93
3,02	Excavación a máquina.	m ³	893,53	\$ 4,04	\$ 3.609,86
3,03	Suministro e instalación de arena compactada.	m ³	176,74	\$ 15,12	\$ 2.672,34
3,04	Suministro y colocación de piedra bola.	m ³	895,49	\$ 24,36	\$ 21.814,14
3,05	Suministro e instalación de tubería PVC perforada D=160mm.	ml	540,20	\$ 18,21	\$ 9.837,04
3,06	Suministro e instalación de tubería PVC perforada D=110mm.	ml	1.423,60	\$ 12,23	\$ 17.410,63
3,07	Suministro e instalación de geotextil.	m ²	1.531,76	\$ 5,30	\$ 8.118,33
				Sub. Total	\$ 66.449
4,00	TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS				
4,01	Excavación a máquina.	m ³	750,00	\$ 4,04	\$ 3.030,00
4,02	Hormigón f'c=280kg/cm ² (incluye encofrado y aditivos).	m ³	324,98	\$ 280,00	\$ 90.994,40
4,03	Acero de refuerzo fy=2400kg/cm ² .	qq	8,20	\$ 84,32	\$ 691,42
4,04	Suministro e instalación de geomembrana polietileno.	m ²	177,45	\$ 6,88	\$ 1.220,86
4,05	Relleno compactado con material del sitio.	m ³	21,34	\$ 5,98	\$ 127,61
				Sub. Total	\$ 96.064
5,00	TANQUE SÉPTICO				
5,01	Suministro e instalación de tubería PVC alcantarillado D=110 mm.	m	33,12	4,07	134,80
				Sub. Total	\$ 134,80
6,00	PANTANO SECO				
6,01	Suministro y colocación de piedra N° 4.	m ³	45,78	\$ 22,50	\$ 1.030,05
6,02	Suministro y colocación de vegetación.	m ²	310,12	\$ 2,64	\$ 818,72

6,03	Suministro e instalación de tubería PVC D=110 mm.	m	76,12	\$ 4,07	\$ 309,81
				Sub. Total	\$ 2.159
7,00	CHIMENEAS GASES				
7,01	Provisión e instalación de tubos perforados.	m	310,00	\$ 18,21	\$ 5.645,10
7,02	Material gravo-arenoso para filtro.	m ³	52,76	\$ 14,92	\$ 787,18
7,03	Malla tipo gallinero.	R	2,00	\$ 60,00	\$ 120,00
7,04	Puntales de Caña.	Unidades	160,00	\$ 18,14	\$ 2.902,40
7,05	Chimeneas.	u	40,00	\$ 52,71	\$ 2.108,40
				Sub. Total	\$ 11.563
8,00	CANALES DE AGUAS LLUVIAS				
8,01	Excavación a máquina.	m ³	1.379	\$ 4,04	\$ 5.571,16
8,02	Replanteo de Hormigón Simple f'c=140 Kg/cm ² (e=5cm.).	m ²	2.756	\$ 5,20	\$ 14.331,20
8,03	Hormigón Armado f'c=210 Kg/cm ² .	m ³	1.340	\$ 40,53	\$ 54.322,36
				Sub. Total	\$ 74.225
9,00	CERRAMIENTO PERIMENTRAL (ALAMBRE DE PÚAS)				
9,01	Replanteo y Nivelación.	m ²	2.469,00	\$ 0,85	\$ 2.098,65
9,02	Excavación manual.	m ³	7.230,00	\$ 7,25	\$ 52.417,50
9,03	Cerramiento Tipo - Estacas de madera con alambre de púas.	ml	5.298,00	\$ 3,90	\$ 20.662,20
9,04	Cerramiento Tipo - Malla de Ciclón.	ml	120,00	\$ 26,70	\$ 3.204,00
				Sub. Total	\$ 78.382
10,00	PAISAJISMO				
10,01	Arbolización.	u	40	\$ 30,20	\$ 1.208,00
				Sub. Total	\$ 1.208
Total de Obra				US\$	\$ 1.010.722

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

Tabla 29: Resumen del Presupuesto.

Rubro	Descripción	Precio Total
1,00	Preliminares	\$ 29.181
2,00	Plataformas	\$ 651.356
3,00	Drenaje de Lixiviados	\$ 66.449
4,00	Tratamiento de Lixiviados	\$ 96.064
5,00	Tanque Séptico	\$ 135
6,00	Pantano Seco	\$ 2.159
7,00	Chimeneas Gases	\$ 11.563
8,00	Canales de Aguas Lluvias	\$ 74.225
9,00	Cerramiento Perimetral (Alambre De Púas)	\$ 78.382
10,00	Paisajismo	\$ 1.208
Total de Obra		\$ 1.010.722

Elaborado por: León Joselin, Restrepo María

CAPITULO VI

Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

- Con una valoración de 261 puntos en la **Tabla N°13: Parámetros para la Identificación de Sitios** el Sector N°3 ubicado en el Sector Mantuano; fue elegido como el lugar más apropiado para la ubicación del relleno sanitario, del cual se evaluaron sus parámetros ambientales, técnicos, económicos, sociales entre otros.
- Se necesitarán 231.663 m³ de material de cobertura durante los 25 años de vida útil, para los que fue prediseñado el relleno sanitario.
- Debido a la distancia en la que se encuentra la Cantera Mina La Viña – Toasan localizada en el cantón Montalvo con aproximadamente 65 kilómetros, ha sido considerada la mejor opción para realizar el transporte del material de cobertura.
- Se realizó un presupuesto referencial para la construcción del nuevo relleno sanitario del cantón Baba, en el cual se consideraron actividades preliminares, movimientos de tierra, construcción de plataformas, canal de aguas lluvias, chimeneas, cerramiento perimetral, entre otras actividades; donde se obtuvo un costo per cápita de \$14.00.
- Una vez determinado el sistema de drenaje de los lixiviados compuesto por un dren principal y varios drenes secundarios se estimó un tratamiento para la remoción del DBO₅ (880 mg/l) Y DQO (1.831 mg/l) estos resultados sobrepasan los límites permisibles para la descarga a cuerpos de agua dulce establecidos en el TUSLMA, por lo cual se diseñó un sistema de tratamiento de lixiviados

compuesto por un tanque séptico y un humedal artificial, el cual su eficiencia de remoción será de un 70% cumpliendo así con las parámetros establecidos.

- El relleno sanitario tendrá 20 metros de altura, conformado por 13 niveles o plataformas de 1,3 metros de altura con taludes 1,5:1, y bermas de 4 metros de ancho en cada plataforma, la disposición final de almacenamiento será de 790.174 m³ de residuos sólidos netos en los 25 años de vida útil establecidos.

6.2 Recomendaciones

- Una vez finalizada la vida útil del proyecto, se recomienda realizar nuevos estudios para su cierre técnico y aprovechamiento del área, sea con proyectos recreacionales sobre el área utilizada.
- El área destinada para este Prediseño es un total de 89 hectáreas, pero la proyección de 25 años solo se necesitan 7,26 hectáreas dando espacio suficiente para que en años futuros se realice una ampliación de las plataformas y pretratamiento de los lixiviados.
- Se recomienda implementar un programa de reciclaje y concientizar a las personas de los beneficios de esta actividad ya que reduce el porcentaje de desechos sólidos y su costo de operación.
- Realizar limpieza los canales de agua lluvia, tanque séptico y humedales con regularidad para que los residuos sólidos no puedan afectar tubería alguna o provoquen el colapso del sistema.
- Se recomienda tomar al menos un muestreo después de los primeros tres meses de operación del sistema de tratamiento de lixiviados para verificar la eficiencia

de remoción de contaminante del mismo antes de la descarga al cuerpo de agua dulce, las muestras de control serán revisadas por la entidad ambiental pertinente.

Bibliografía

- Alcívar, J. (2020). *Diseño Geométrico, Plan de Operación y Mantenimiento del Relleno Sanitario de Jipijapa* (Vol. 21, Issue 1) [Estatad del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/2403>
- AOIRCORP, & GAD, G. A. D. M. de B. (2014). *Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial Del Cantón Baba*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/12600003000_01_PDOT_BABA_version_final_corregida_15-03-2015_14-39-38.pdf
- Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua, Registro Oficial 32 (2014). <https://doi.org/SAN-2014-1178>
- Ordenanza Sustitutiva de Gestión Integral de Residuos Sólidos en el Cantón Baba, 39 (2017). http://www.municipiodebaba.gob.ec/phocadownloadpap/2017/Noviembre/Literal_s/ORDENANZA_013-17_SUST_RESIDUOS_SÓLIDOS.PDF
- Chóez, J. M. (2019). *Estudio y Prediseño de un Relleno Sanitario en las Parroquias El Anegado-La América del Cantón Jipijapa* [Estatad del Sur de Manabí]. <http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1716/1/UNESUM-ECUADOR-ING.CIVIL-2019-47.pdf>
- Código Orgánico Del Ambiente, Pub. L. No. Oficio No. T.4700-SGJ-17-0182, Registro Oficial Suplemento 983 1 (2017). http://gobiernoabierto.quito.gob.ec/Archivos/Transparencia/2017/07julio/A2/AN_EXOS/PROCU_CODIGO_ORGANICO_ADMINISTRATIVO.pdf
- Collazos, H. (2001). *Diseño y Operación de Rellenos Sanitarios* (C. Bustos (Ed.)). Editorial Carrera 7a. Ltda. <https://es.scribd.com/doc/165869101/DISENO-Y-OPERACION-DE-RELLENOS-SANITARIOS>
- Ley De Prevención Y Control De La Contaminación Ambiental, 4 (2004). <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEY-DE-PREVENCIÓN-Y-CONTROL-DE-LA-CONTAMINACIÓN-AMBIENTAL.pdf>
- Constitución de la República del Ecuador, Pub. L. No. Decreto Legislativo 0, 1 (2011). https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf

- Delgadillo, O., Camacho, A., Andrade, M., & Pérez, L. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>
- DRESSTA. (n.d.). *DRESSTA*.
[https://www.dressta.com/es_ES/machines/bulldozers/td-20/#prettyPhoto\[portfolio\]/2/](https://www.dressta.com/es_ES/machines/bulldozers/td-20/#prettyPhoto[portfolio]/2/)
- Ley Orgánica de Salud, 41 (2006). <https://doi.org/10.1590/s1809-98232013000400007>
- GAD, G. A. D. M. de B. (2019). *Estudio Cierre Técnico del Botadero del Cantón Baba*.
- GIAS (Grupo de Investigación en Agua y Saneamiento). (2017). *Optimización Sistema de tratamiento de aguas residuales Domésticas de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad Tecnológica de Pereira* (Vol. 3, Issue 1) [Tecnológica de Pereira]. https://www.utp.edu.co/cms-utp/data/bin/UTP/web/uploads/media/contratacion/documentos/1511215820-Memoria_Tecnica_PTAR_BA.pdf.pdf
- INAMHI. (2019). Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación. In *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología* (Issue 2).
http://www.serviciometeorologico.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- Ingenieria Civil*. (2009).
<http://ingenieriacivilapuntos.blogspot.com/2009/02/definicion-y-antecedentes-de-los.html>
- Jaramillo, J. (2002). *Guía para el diseño, construcción y operación de rellenos sanitarios manuales*. <http://cdam.minam.gob.pe:8080/handle/123456789/294>
- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente Libro VI, Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de desechos Sólidos no peligrosos, Pub. L. No. Anexo 6, Tulsma 41 (2015).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057513>
- Tratamiento de aguas residuales, Reglamento Técnico Del Sector De Agua

- Potable Y Saneamiento Basico 144 (2000).
http://www.minvivienda.gov.co/Documents/ViceministerioAgua/010710_ras_titulo_e_.pdf
- Texto Unificado Legislación Secundaria, Medio Ambiente, Libro VI, Pub. L. No. Decreto Ejecutivo 3516, 187 (2015). www.lexis.com.ec
- Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA, Pub. L. No. Decreto Ejecutivo 3516, Registro Oficial Edición Especial 2 de 31-mar.-2003 1 (2017). <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/TULSMA.pdf>
- MMAyA. (2012). *Guía para el Diseño, Construcción, Operación, Mantenimiento y Cierre de Rellenos Sanitarios*. <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/07/Guia-para-el-Diseño-Construcción-Operación-Mantenimiento-y-Cierre-de-Relleno-Sanitario.pdf>
- Ley de Minería del República del Ecuador, 60 (2018).
<http://www.controlminero.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/08/Ley-de-Minería-21-mayo-2018.pdf>
- Navarro Hudiel, S. (2010). *Cálculo de Volúmenes para Movimiento de Tierra*.
<https://qdoc.tips/movimiento-de-tierra1-pdf-free.html>
- OEFA. (2013). Fiscalización Ambiental en Residuos Sólidos de gestión municipal provincial. In *Cumplimiento de los municipios provinciales a nivel nacional*.
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/fiscalizacion-ambiental-residuos-solidos-gestion-municipal-provincial>
- ONU-HABITAD. (2008). *Manual de Humedales Artificiales*.
https://issuu.com/frederys1712doc/docs/manual_de_humedales_artificiales
- OPS, O. P. de la S., OMS, O. M. de la S., & CEPIS, C. P. de I. S. y C. del A. (2005). *Guía para el diseño de Tanques Sépticos, Tanques Imhoff y Lagunas de Estabilización*. <https://doi.org/10.3390/w10020099>
- Organización Panamericana de la Salud, C. P. de I. S. y C. del A. (2004). Guía técnica para la clausura y conversión de botaderos de residuos sólidos. In *Ministerio de Salud DIGESA*. <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1650.pdf>
- Ley General de Residuos Sólidos, Pub. L. No. Decreto Legislativo N°613, 10

(2000). <https://sinia.minam.gob.pe/normas/modificatoria-ley-residuos-solidos>

Salas, J. J. (2018). *iagua*. <https://www.iagua.es/blogs/juan-jose-salas/tratamiento-aguas-residuales-mediante-humedales-artificiales-sistema-frances-i>

Structuralia Blog. (2017). *Drenaje superficial: aplicacion del metodo racional en el cálculo de caudales maximos*. <https://blog.structuralia.com/aplicacion-del-metodo-racional-en-el-calculo-de-caudales-maximos>

Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Pub. L. No. 141, 1 (2001). https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_RAHOE-DECRETO-EJECUTIVO-1215.pdf

Anexos

Marco Legal

El presente proyecto se sustenta en un marco legal y jurídico el cual se mantiene vigente tanto en la esfera local como nacional este se encuentra formado por leyes, decretos ejecutivos, normas, ordenanzas y reglamentos, que deben considerarse en el desarrollo del proyecto para evitar cualquier clase de impacto ambiental que el pre diseño propuesto del Relleno Sanitario pueda generar. (Chóez, 2019)

- El Título II "Derechos", Capítulo segundo subtítulo "Derechos del buen vivir", en la Sección Segunda, AMBIENTE SANO de la **(Constitución de La República Del Ecuador, 2011)**, establece lo siguiente:

Art 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

- La **(Ley Orgánica de Salud, 2006)** en el Libro II, de la Salud y Seguridad Ambiental denominado "Disposición Común", Título Único Capítulo I "Del agua para consumo humano" y Capítulo II "De los desechos comunes, infecciosos, especiales y de las radiaciones ionizantes y no ionizantes".

Se presentan dieciséis artículos **(Art. 95 al Art. 110)** referentes a la disposición de residuos sólidos y, a las atribuciones de los encargados del mismo.

El **Art. 103** sostiene que: "Se prohíbe a toda persona, natural o jurídica, descargar o depositar aguas servidas y residuales, sin el tratamiento apropiado, conforme lo disponga en el reglamento correspondiente, en ríos, mares, canales, quebradas, lagunas, lagos y otros sitios similares. Se prohíbe también su uso en la cría de animales o actividades agropecuarias".

- La (**Ley de Minería Del República Del Ecuador, 2018**) presenta normas para evitar la contaminación ambiental a la hora de realizar traslado y explotación de materiales áridos y pétreos que se encuentren en los lechos de los ríos, lagos, playas de mar y canteras.

- El (Reglamento Sustitutivo Del Reglamento Ambiental Para Las Operaciones Hidrocarburíferas En El Ecuador, 2001) en el Capítulo III Titulado "Disposiciones Generales" sostiene lo siguiente:

Art. 31. – Manejo y tratamiento de desechos sólidos. –

Rellenos sanitarios. - Los lixiviados provenientes de rellenos sanitarios deberán ser controlados a través de sistemas adecuados de canales que permitan su tratamiento previo a la descarga, para la cual cumplirán con los parámetros y límites establecidos en las Tablas No. 4 y 5 del Anexo No. 2 de este Reglamento.

- Leyes sobre la contaminación, conservación y recuperación de los Recursos Naturales Renovables, que se consideraran en el presente estudio son:

La (**Ley Orgánica De Recursos Hídricos, Usos Y Aprovechamiento Del Agua, 2014**) registra las prohibiciones, sanciones y controles que se deben seguir para evitar la contaminación a cuerpos hídricos como lo menciona el:

Capítulo VI "Garantías Preventivas" en la Sección Segunda "Objetivos de Prevención y Control de la Contaminación del Agua".

Artículo 79.- Objetivos de prevención y conservación del agua. –

La Autoridad Única del Agua, la Autoridad Ambiental Nacional y los Gobiernos Autónomos Descentralizados, trabajarán en coordinación para cumplir los siguientes objetivos en especial el literal:

- c) Controlar y prevenir la acumulación en suelo y subsuelo de sustancias tóxicas, desechos, vertidos y otros elementos capaces de contaminar las aguas superficiales o subterráneas.

La (**Ley De Prevención Y Control De La Contaminación Ambiental, 2004**) en su Capítulo I titulado "De la Prevención y Control de la Contaminación del Aire".

Art. 1.- Queda prohibido expeler hacia la atmósfera o descargar en ella, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, contaminantes que, a juicio de los Ministerios de Salud y del Ambiente, en sus respectivas áreas de competencia, puedan perjudicar la salud y vida humana, la flora, la fauna y los recursos o bienes del estado o de particulares o constituir una molestia.

Del mismo modo en el Capítulo II titulado "De La Prevención Y Control de la Contaminación De Las Aguas".

Art. 6.- Queda prohibido descargar, sin sujetarse a las correspondientes normas técnicas y regulaciones, a las redes de alcantarillado, o en las quebradas,

acequias, ríos, lagos naturales o artificiales, o en las aguas marítimas, así como infiltrar en terrenos, las aguas residuales que contengan contaminantes que sean nocivos a la salud humana, a la fauna, a la flora y a las propiedades.

- El **(Codigo Organico Del Ambiente, 2017)** en su Libro Tercero titulado "De la Calidad Ambiental" Título V "Gestión Integral De Residuos y Desechos" presenta 3 Capítulos **(Art. 224 – Art. 242)** en los que consta como realizar:

- Disposiciones Generales

- Gestión Integral De Residuos Y Desechos Sólidos No Peligrosos

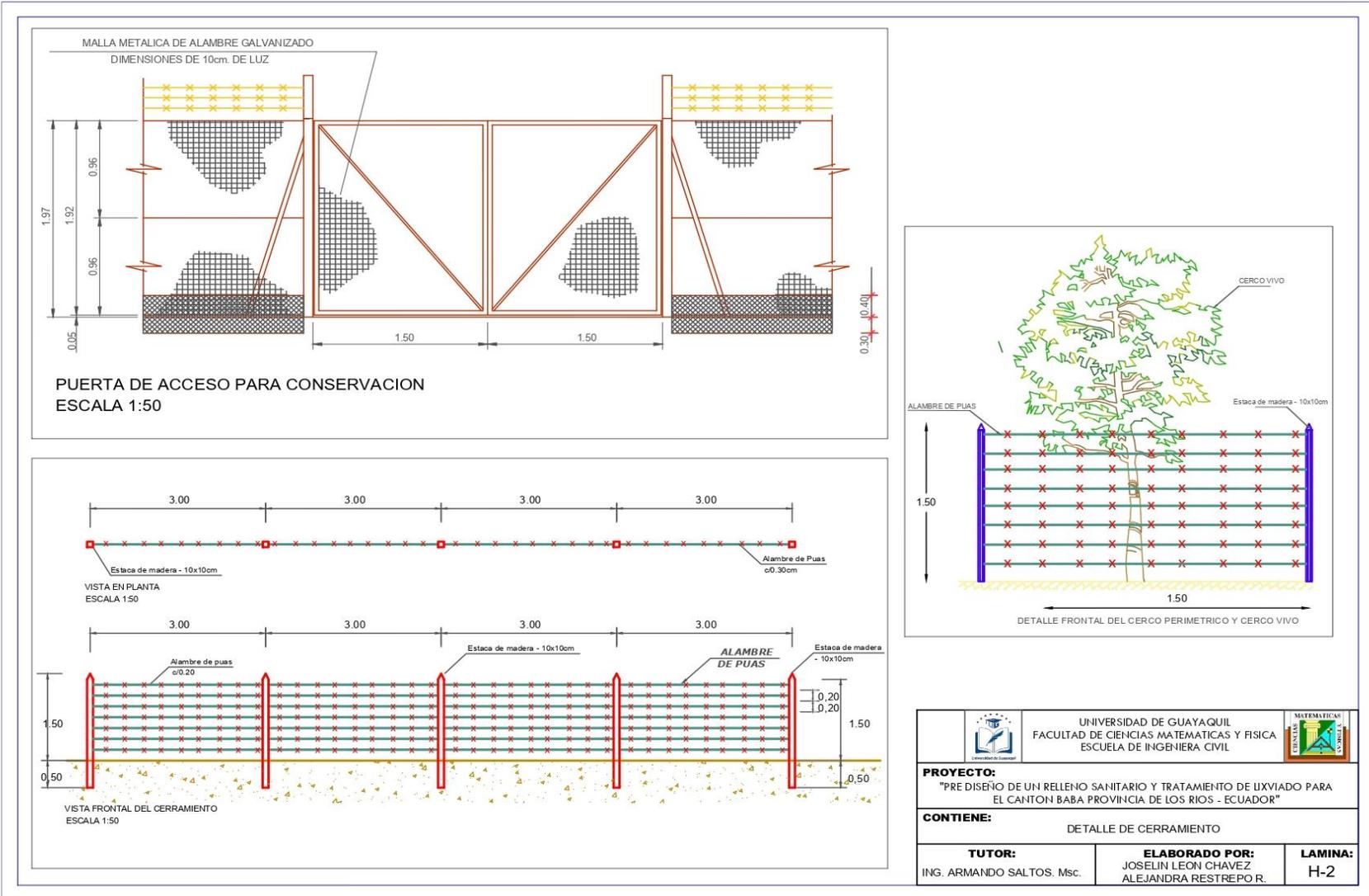
- Gestión Integral De Residuos Y Desechos Peligrosos Y Especiales

- El **(Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente Libro VI, Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental Para El Manejo y Disposición Final de Desechos Sólidos No Peligrosos, 2015)** en su Capítulo VI "Gestión Integral De Residuos Sólidos no Peligrosos, y Desechos Peligrosos y/o Especiales", Sección I "Gestión Integral De Residuos y/o Desechos Sólidos No Peligrosos" Parágrafo VIII "De La Disposición Final" presenta una serie para realizar la correcta disposición final de los residuos **(Art.75 – Art.77)**

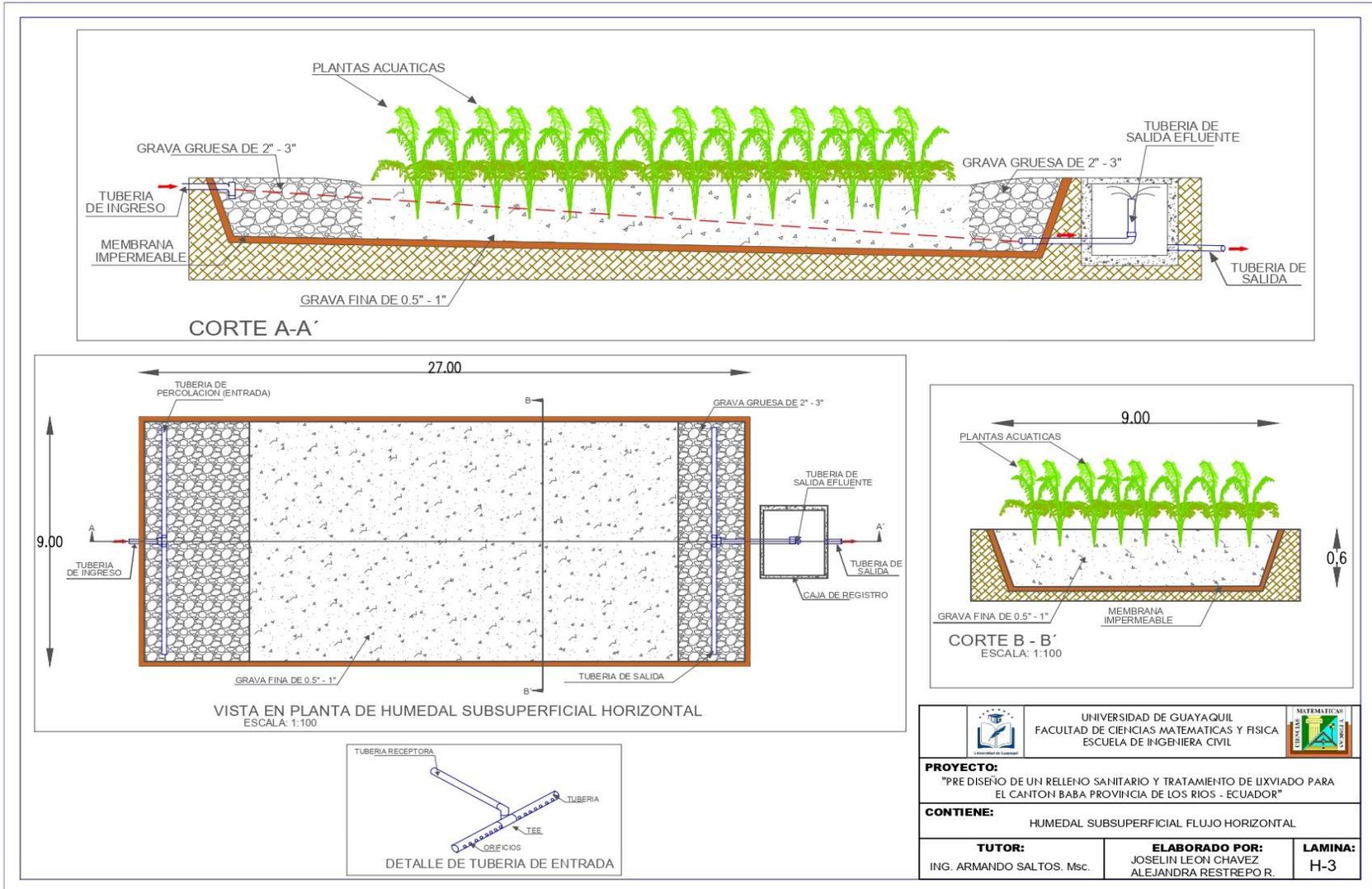
A su vez la Sección II "Gestión Integral de Desechos Peligrosos y/o Especiales" en sus párrafos indica las instituciones que deberán hacerse cargo de ellos, como se almacenaran, tratarán y dispondrán finalmente ya sea en una celda especial o en un relleno sanitario previo a su tratamiento. **(Art. 78 – Art. 147)**

- A sí mismo el **(Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente, TULSMA, 2017)** en su Capítulo VI "Disposición Final De Los Residuos", **Art. 28** muestra una serie de características técnicas que debe reunir el sitio elegido para ubicar un relleno sanitario.
- Finalmente la **(Ordenanza Sustitutiva de Gestión Integral de Residuos Sólidos En El Cantón Baba, 2017)** en toda su estructura presenta una serie de artículos para realizar la correcta manipulación, almacenamiento, tratamiento y disposición de los residuos sólidos del Cantón.

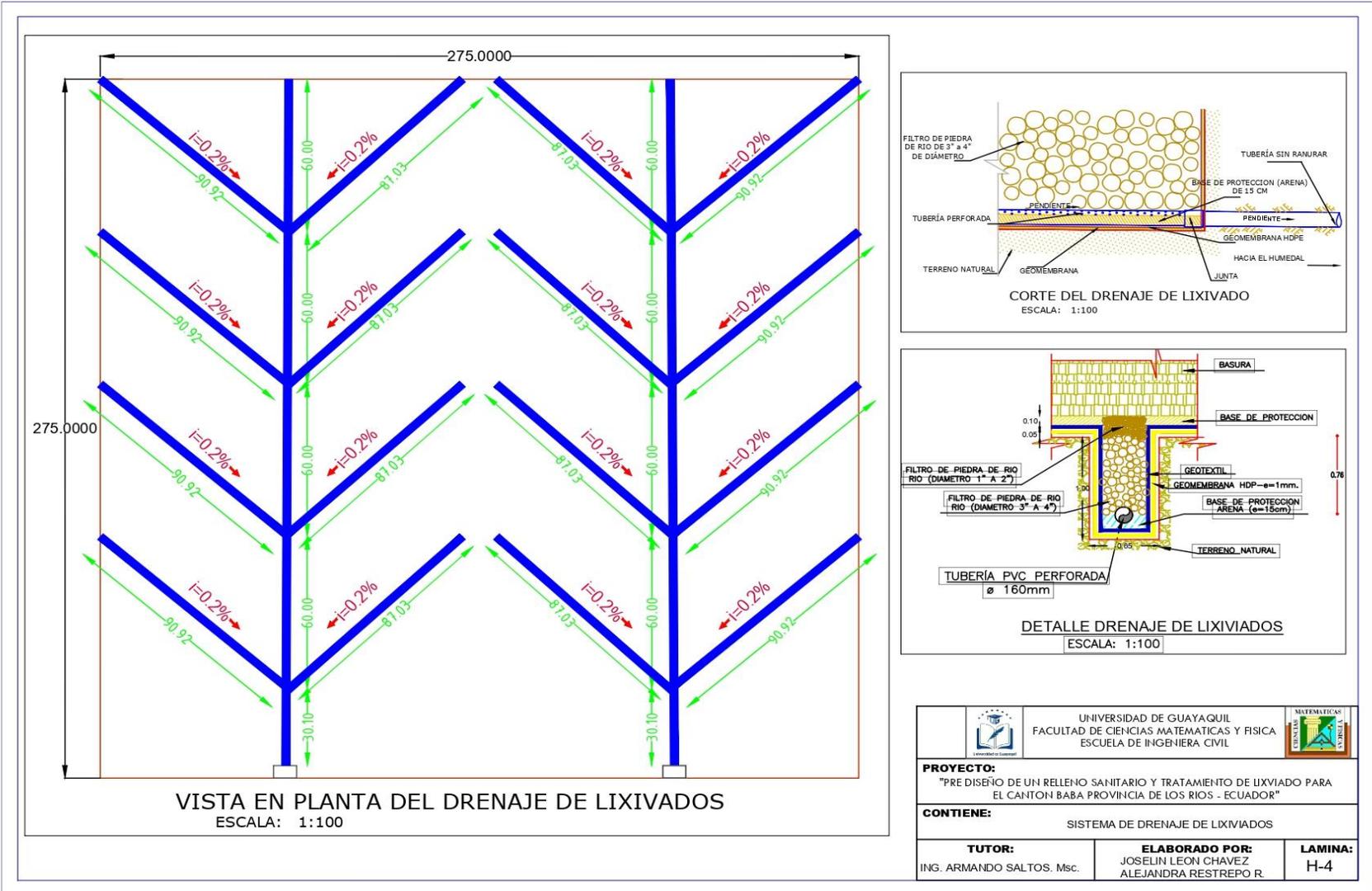
Anexo 2. Detalle De Cerramiento



Anexo 3. Humedal Artificial De Flujo Sub Superficial Horizontal

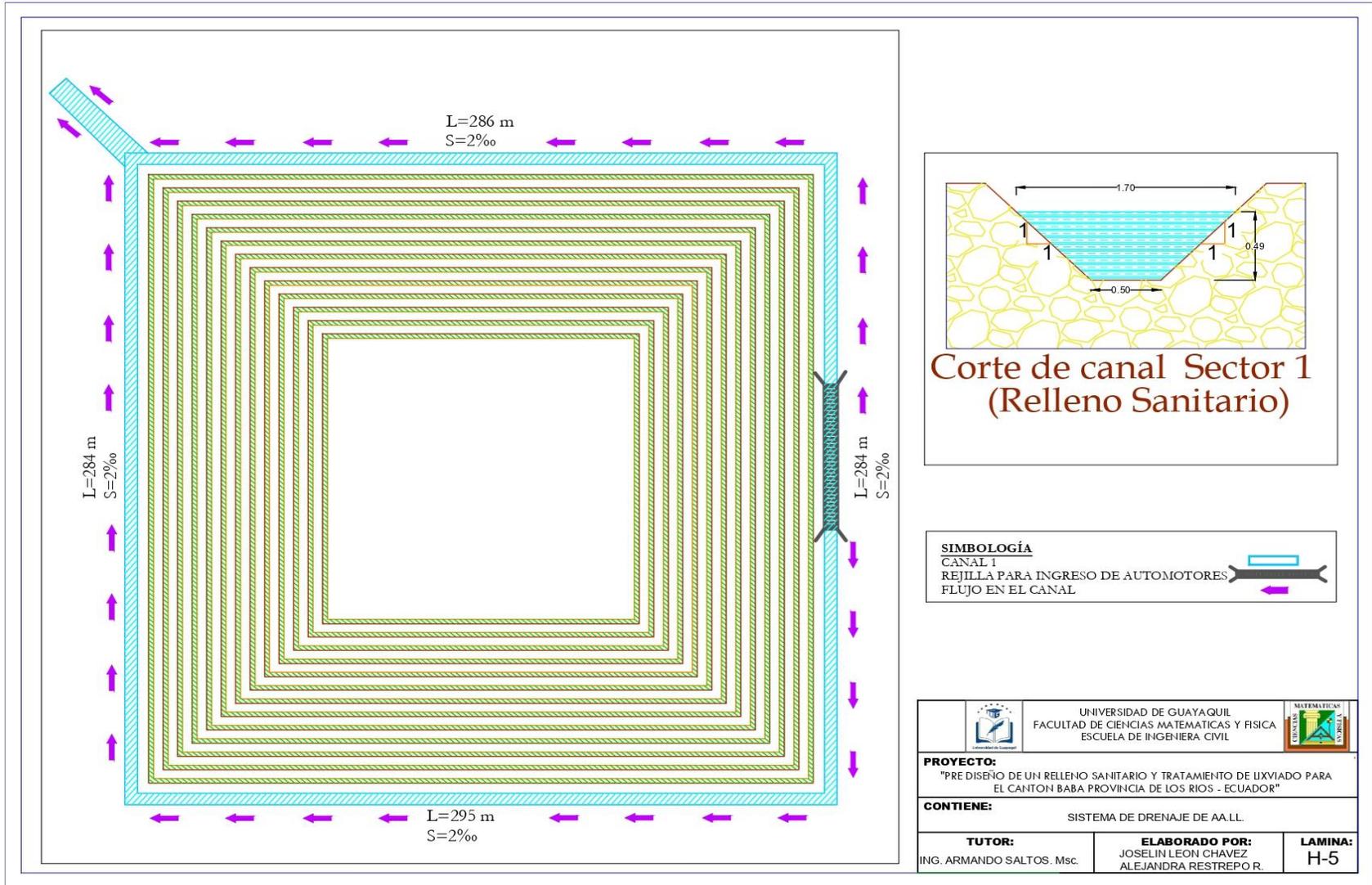


Anexo 4. Drenaje De Lixiviados

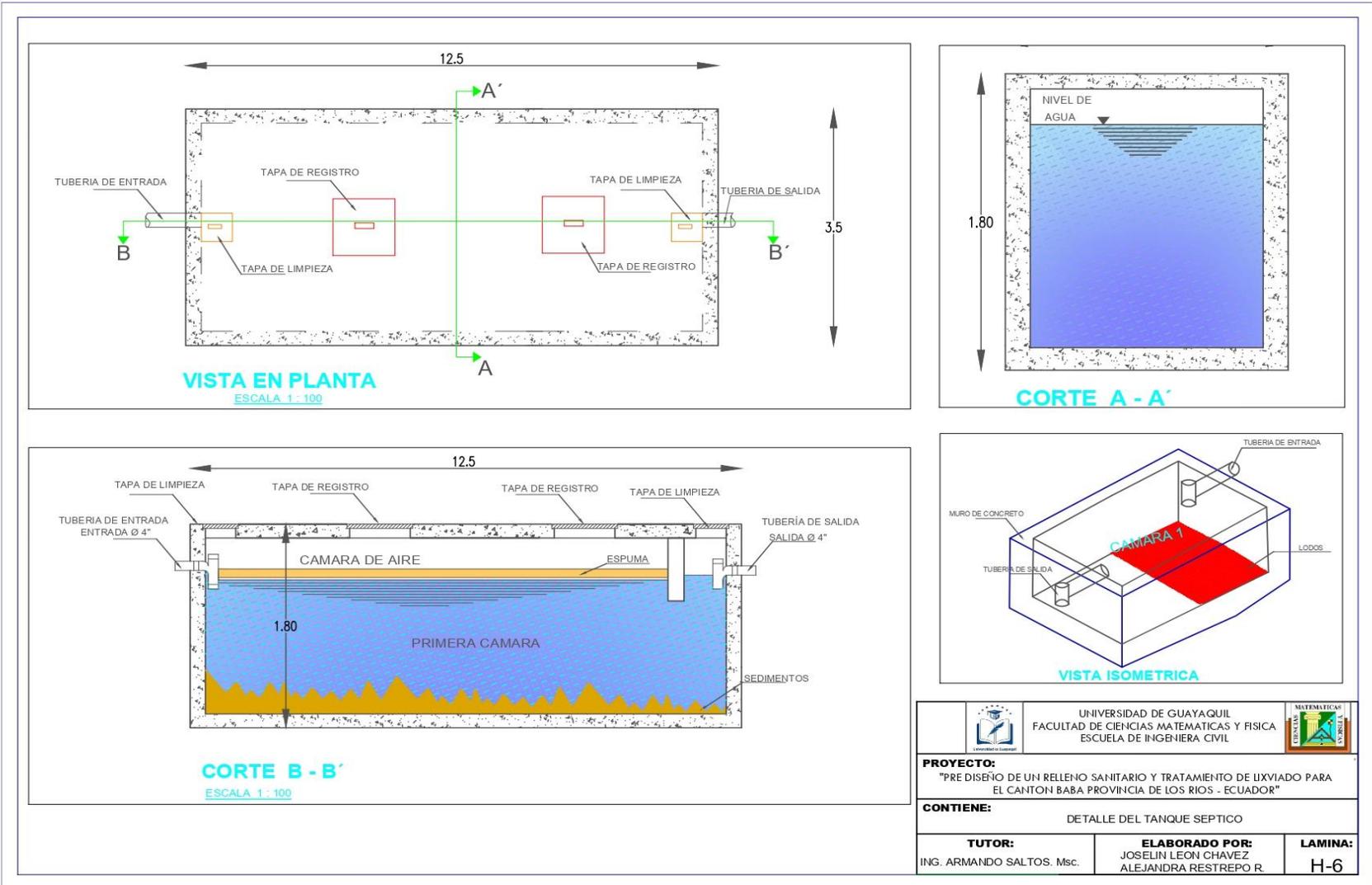


	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL	
PROYECTO: "PRE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADO PARA EL CANTON BABA PROVINCIA DE LOS RIOS - ECUADOR"		
CONTIENE: SISTEMA DE DRENAJE DE LIXIVIADOS		
TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS. Msc.	ELABORADO POR: JOSELIN LEON CHAVEZ ALEJANDRA RESTREPO R.	LAMINA: H-4

Anexo 5. Canal De Aguas Lluvias (Relleno Sanitario)

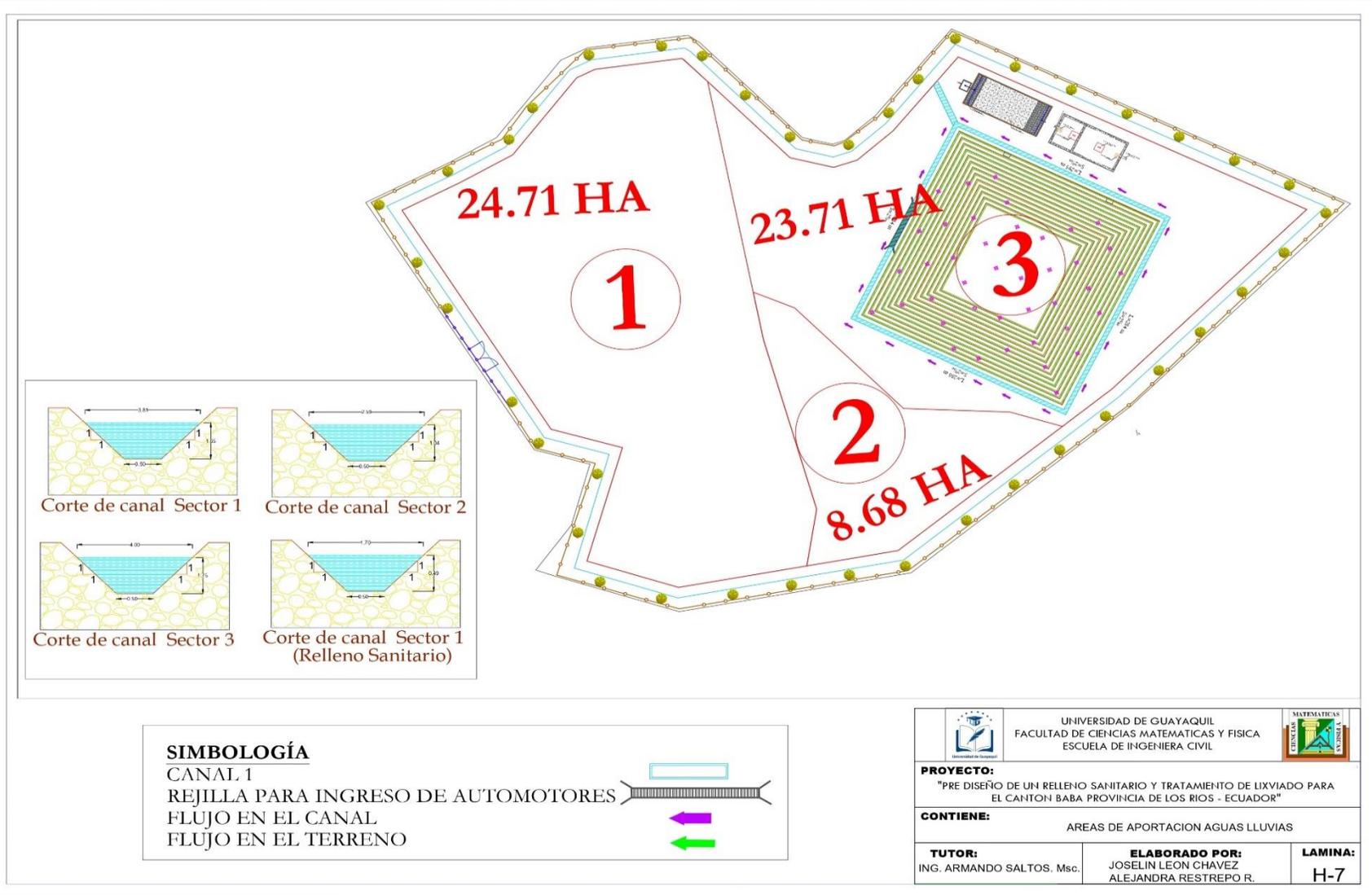


Anexo 6. Cámara Séptica



	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: "PRE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIJVIADO PARA EL CANTON BABA PROVINCIA DE LOS RIOS - ECUADOR"		
CONTIENE: DETALLE DEL TANQUE SEPTICO		
TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS. Msc.	ELABORADO POR: JOSELIN LEON CHAVEZ ALEJANDRA RESTREPO R.	LAMINA: H-6

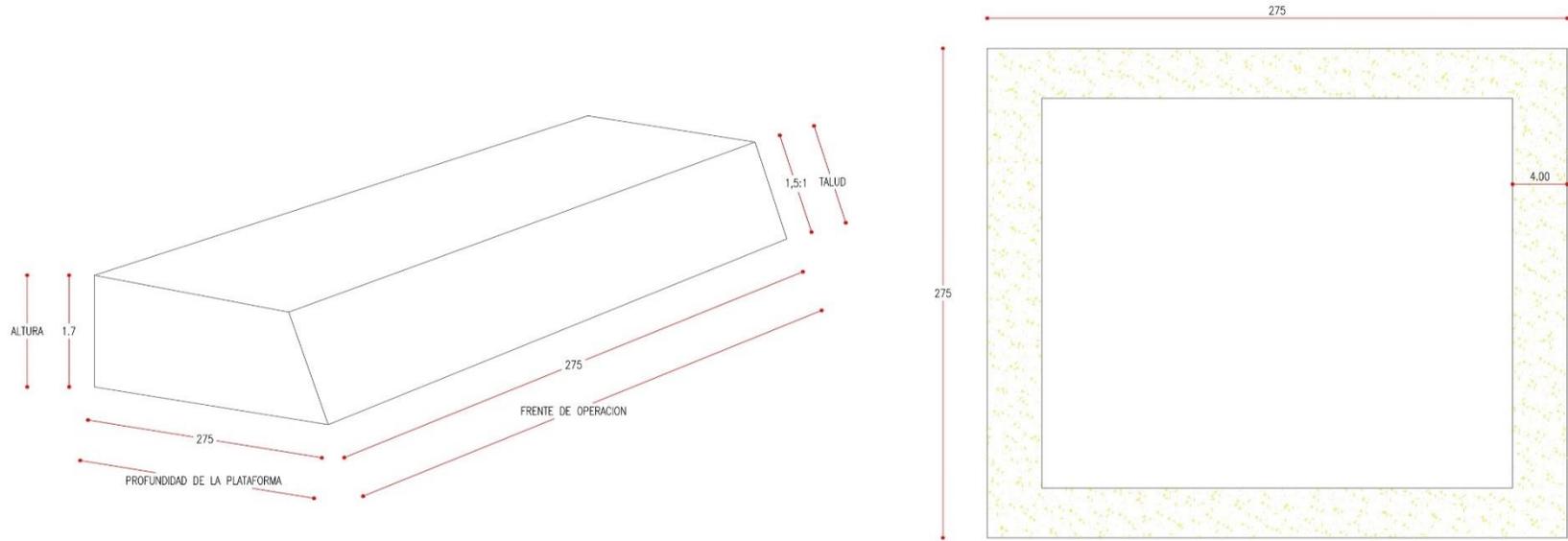
Anexo 7. Implementación General Y Áreas De Aportación De Aguas Lluvias



Anexo 8. Dirección Del Flujo De Aguas Lluvias

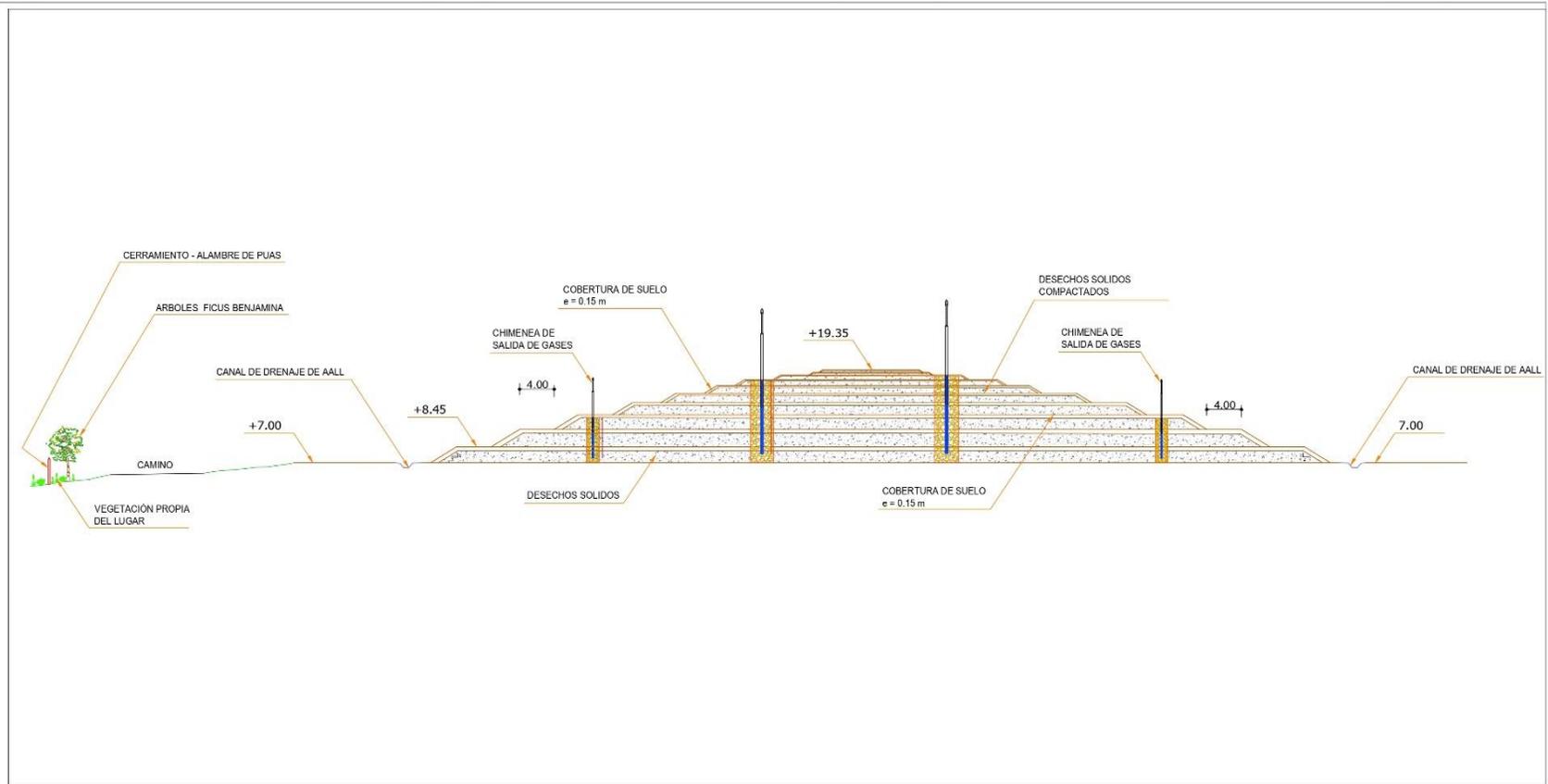


Anexo 9. Detalle De Las Celdas Diarias



	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: "PRE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADO PARA EL CANTON BABA PROVINCIA DE LOS RIOS - ECUADOR"		
CONTIENE: DETALLE DE PLATAFORMAS		
TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS. Msc.	ELABORADO POR: JOSELIN LEON CHAVEZ ALEJANDRA RESTREPO R.	LAMINA: H-10

Anexo 10. Corte General De La Implementación Del Relleno Sanitario



	UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL FACULTAD DE CIENCIAS MATEMATICAS Y FISICA ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: "PRE DISEÑO DE UN RELLENO SANITARIO Y TRATAMIENTO DE LIXIVIADO PARA EL CANTON BABA PROVINCIA DE LOS RIOS - ECUADOR"		
CONTIENE: CORTE GENERAL		
TUTOR: ING. ARMANDO SALTOS. Msc.	ELABORADO POR: JOSELIN LEON CHAVEZ ALEJANDRA RESTREPO R.	LAMINA: H-9

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE GRADUACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Prediseño del Relleno Sanitario y Tratamiento de Lixiviados para el Cantón Baba Provincia de Los Ríos, Ecuador		
AUTOR(ES)	León Chávez Joselin Angélica, Restrepo Restrepo María Alejandra		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Franklin Villamar Bajaña, MSc /Ing. Armando Saltos Sánchez, MSc		
INSTITUCIÓN:	Universidad de Guayaquil		
UNIDAD/FACULTAD:	Facultad de Ciencias Matemáticas y Física		
MAESTRÍA/ESPECIALIDAD:			
GRADO OBTENIDO:			
FECHA DE PUBLICACIÓN:	Octubre, 2020	No. DE PÁGINAS:	81
ÁREAS TEMÁTICAS:	Prediseño Del Relleno Sanitario Y Tratamiento De Lixiviados		
PALABRAS KEYWORDS: CLAVES/	< RELLENO SANITARIO - RELLENO TIPO ÁREA - PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE DESECHOS SÓLIDOS >		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):	<p>El Cantón Baba ubicado en la Provincia de Los Ríos no cuentan con un lugar adecuado para su correcta y adecuada disposición final. Es por esta razón se evaluó un lugar adecuado para la ubicación de un relleno sanitario y pre diseñar el mismo; lo que permitirá mitigar en gran parte las molestias, enfermedades y vectores generados por la incorrecta disposición de los residuos sólidos. Su sistema de tratamiento de lixiviados será mediante una cámara séptica y un humedal artificial de flujo subsuperficial horizontal. El dimensionamiento estará compuesto por plataformas las cuales se irán formando por medio de celdas diarias de residuos sólidos, serán 13 plataformas que se colocarán en forma piramidal cada una con su material de cobertura, con un total de área a utilizar de 8 Ha. para los primeros 25 años las que se presenten en este proyecto.</p>		
ADJUNTO PDF:	SI	X	NO
CONTACTO CON AUTOR/AUTORES	Teléfono: 0997916501 0959793836	E-mail: joselin02254@gmail.com alejandrarestrepo199815@gmail.com	-
CONTACTO CON LA INSTITUCION	Nombre: FACULTAD DE CIENCIAS MATEMÁTICAS Y FÍSICAS		
	Teléfono: 2-283348		
	E-mail: fmatematicas@ug.edu.ec		