



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE FOSA SÉPTICA, CON SU
CORRESPONDIENTE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN EL CASERIO EL
MANANTIAL, CANTÓN PUERTO QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA**

Trabajo de Titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniera Ambiental

AUTORA: JENIFFER MICAELA TORRES HERRERA

TUTOR: EDUARDO ALBERTO MIGUEL ARAQUE ARELLANO

Quito – Ecuador

2023

**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, Jeniffer Micaela Torres Herrera con documento de identificación N° 1751574466
manifiesto que:

Soy la autora responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la
Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o
parcial el presente trabajo de titulación.

Quito, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Jeniffer Micaela Torres Herrera

1751574466

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, Jeniffer Micaela Torres Herrera con documento de identificación No. 1751574466, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autora del Trabajo Experimental: “Tratamiento De Aguas Residuales Mediante Fosa Séptica, Con Su Correspondiente Estudio De Impacto Ambiental, En El Caserío El Manantial, Cantón Puerto Quito, Provincia De Pichincha”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniera Ambiental, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega final del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Jeniffer Micaela Torres Herrera

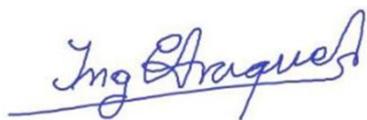
1751574466

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Eduardo Alberto Miguel Araque Arellano con documento de identificación N° 1707253090, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MEDIANTE FOSA SÉPTICA, CON SU CORRESPONDIENTE ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL, EN EL CASERIO EL MANANTIAL, CANTÓN PUERTO QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA, realizado por Jeniffer Micaela Torres Herrera con documento de identificación N° 1751574466, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Quito, 23 de febrero del año 2023

Atentamente,



Ing. Eduardo Alberto Miguel Araque Arellano MSc
1707253090

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a:

Primero a Dios el cual me ha guiado siempre en mi vida y a cuidado de mí, a mis queridos padres Lorena y Wilson por todo el esfuerzo y confianza que han puesto en mí, a mis abuelitos, Nancy que ha sido la palanca y motivación para seguir esforzándonos, a Grace y Marcy que me han guiado y me a brindado todo su amor y apoyo, a mis queridas hermanas y mejores amigas que siempre están ahí, a toda mi familia la cual ha puesto su granito de arena en mi vida, y a Roberto el cual a sido un gran apoyo desde que lo conozco.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a:

Dios siempre, y a toda mi familia la cual amo con todo mi corazón, a mis amigos y pareja que han sido como una mini familia de la universidad, a mi estimado Tutor de tesis Ing. Miguel Araque el cual me ha brindado todo su apoyo para el logro de este trabajo, y de igual forma agradezco a todos mis educadores y sobre todo a los Ing. Cuarán, Ing. Berzosa, Ing. Renato, Ing. Borja, Ing. Arias, los cuales me han guiado durante toda mi carrera, y siempre me han ayudado con consejos y muchos aprendizajes. De igual manera a Carlitos y Cami que me guiaron en mi proceso de tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	xv
ABSTRACT	xvi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación	2
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. General	3
1.3.2. Específicos	3
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
2.1. Línea base	4
2.1.1. Ubicación De La Zona Del Proyecto	4
2.2. Demografía	4
2.2.1. Población.....	4
2.2.2. Vivienda	5
2.3. Clima	5
2.3.1. Precipitaciones	6
2.3.2. Heliofanía	6
2.4. Suelo	6

2.5.	Infraestructura y acceso a servicios básicos	7
2.5.1.	Servicios de agua potable.....	7
2.5.2.	Servicios de alcantarillado	7
2.6.	Componente ambiental	8
2.6.1.	Flora	8
2.6.2.	Fauna	8
2.6.3.	Ecosistema.....	9
2.7.	Componente sociocultural	10
2.7.1.	Educación y salud.....	11
2.7.2.	Principales actividades productivas	12
2.8.	Componente Económico.....	12
2.8.1.	Principales actividades productivas	12
2.9.	Marco teórico.....	12
2.9.1.	Tipos de agua residual doméstica.....	12
2.9.2.	Aguas grises	13
2.9.3.	Aguas negras	13
2.9.4.	Características Físicas de las aguas residuales.....	13
2.9.5.	Sistema de tratamiento de aguas residuales	19
2.9.6.	Estudio de Impacto Ambiental.....	21

2.9.7.	Trampas de grasas	22
2.10.	Marco legal	22
2.10.1.	Constitución de la república del Ecuador 2008.....	22
2.10.2.	Tratado de Rio 1992.....	25
2.10.3.	Texto Unificado de Legislación Secundario de Medio Ambiental	26
2.10.4.	Código Orgánico del Ambiente (COA)	31
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1.	Descripción de la zona.....	37
3.1.1.	Ubicación de la aplicación del proyecto	37
3.2.	Materiales	38
3.3.	Metodología.....	42
3.3.1.	Características de la investigación experimental	42
3.3.2.	Variables a evaluar en la investigación	44
3.3.3.	Diseño experimental.....	45
3.3.4.	Muestreo.....	45
3.3.5.	Ubicación de los puntos de muestreo	46
3.3.6.	Identificación de las muestras	46
3.3.7.	Número de muestras.....	47
3.3.8.	Procedimiento para la toma de muestras.....	47

3.3.9.	Transporte de muestras.....	48
3.3.10.	Metodología del análisis de laboratorio	48
3.3.11.	Diseño de tanque séptico.....	53
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	61
4.1.	Resultados de los análisis Físico-Químicos realizados en el laboratorio.	61
4.1.1.	Análisis Físico-Químicos del Primer Muestreo.	61
4.1.2.	Análisis Físico-Químicos del segundo muestreo.	63
4.1.3.	Análisis Físico-Químicos del tercer muestreo.	64
4.1.4.	Promedio del muestreo antes de la aplicación de los tratamientos.	65
4.2.	Resultados de Análisis de Pruebas de Tratabilidad.	66
4.2.1.	Prueba de tratabilidad del primer muestreo.....	66
4.2.2.	Prueba de tratabilidad del segundo muestreo.....	67
4.2.3.	Prueba de tratabilidad del tercer muestreo	67
4.2.4.	Promedio de las pruebas de tratabilidad de los 3 muestreos.	68
4.2.5.	Eficiencia de remoción de las variables para el cumplimiento de la norma. 70	
4.3.	Resultados de Análisis Estadísticos con el Programa INFOSTAT	73
4.3.1.	Resultados del análisis de pruebas de tratabilidad del primer muestreo	73
4.3.2.	Evaluación de impacto ambiental	83
4.4.	Discusión	91

5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
5.1.	Conclusiones.....	92
5.2.	Recomendaciones	93
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	94
7.	ANEXOS.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Materiales usados el muestreo en campo</i>	38
Tabla 2 <i>Reactivos para el análisis de laboratorio</i>	39
Tabla 3 <i>Materiales para el análisis de laboratorio</i>	40
Tabla 4 <i>Equipos para el análisis de laboratorio</i>	41
Tabla 5 <i>Tratamientos y repeticiones</i>	45
Tabla 6 <i>Latitud y longitud del punto de muestreo</i>	46
Tabla 7 <i>Número de muestras tomadas</i>	47
Tabla 8 <i>Resultados del análisis Físico-Químicos en el primer muestreo</i>	61
Tabla 9 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 día</i>	63
Tabla 10 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días</i>	64
Tabla 11 <i>Resultados del análisis Físico-Químicos antes de someterse a los 3 tratamientos</i>	65
Tabla 12 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días</i>	66
.....	66
Tabla 13 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días</i>	67
.....	67
Tabla 14 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días</i>	67
.....	67
Tabla 15 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos</i>	68
Tabla 16 <i>Resultados del análisis Físico- Químicos en los 3 tratamientos</i>	69
Tabla 17 <i>Resultados del análisis de varianza para los DQO</i>	74
Tabla 18 <i>Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados en la DBO</i>	75
Tabla 19 <i>Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de la DBO</i>	75

Tabla 20 <i>Resultados del análisis de varianza para los DQO</i>	76
Tabla 21 <i>Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados en la DQO</i>	77
Tabla 22 <i>Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de la DQO</i>	78
Tabla 23 <i>Resultados del análisis de varianza para los ST</i>	78
Tabla 24 <i>Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados a los ST</i>	79
Tabla 25 <i>Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de los ST</i>	80
Tabla 26 <i>Resultados del análisis de varianza para los SST</i>	81
Tabla 27 <i>Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados en los SST</i>	82
Tabla 28 <i>Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de los SST</i>	82
Tabla 29 <i>Matriz de importancia</i>	84
Tabla 30 <i>Matriz de importancia para el retiro de la vegetación</i>	85
Tabla 31 <i>Matriz de importancia de la excavación para la construcción de la obra</i>	85
Tabla 32 <i>Matriz de importancia para la movilización de equipos y personal</i>	86
Tabla 33 <i>Matriz de importancia para el transporte de los materiales</i>	86
Tabla 34 <i>Matriz de importancia para el mantenimiento de equipos y maquinarias</i>	87
Tabla 35 <i>Matriz de importancia de la construcción de la obra</i>	87
Tabla 36 <i>Matriz de importancia del desalojo de escombros de materiales</i>	88
Tabla 37 <i>Matriz de importancia de la operación de la fosa séptica</i>	88
Tabla 38 <i>Matriz de importancia para el mantenimiento de unidades</i>	88
Tabla 39 <i>Matriz de importancia de la colocación de barreras vegetales</i>	89
Tabla 40 <i>Matriz de importancia del desmontaje de equipos</i>	90
Tabla 41 <i>Matriz de importancia del relleno de obras excavadas</i>	90
Tabla 42 <i>Matriz de importancia de la reforestación.</i>	91

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de los ríos de Puerto Quito.....	10
Figura 2 Mapa del territorio que abarca el caserío “El Manantial”.....	37
Figura 3 Vista superior de las trampas de grasas y la fosa séptica.....	54
Figura 4 Criba vista frontal.....	56
Figura 5 Criba vista lateral	56
Figura 6 Vista superior de las trampas de grasas y la fosa séptica.....	58
Figura 7 Sedimentador primario.....	60
Figura 8 Resultados de remoción de DQO en tiempos de retención de 5, 10 y 15 días.....	70
.....	70
Figura 9 Resultados de remoción de ST en tiempos de retención de 5, 10 y 15 días.	71
.....	71
Figura 10 Resultados de remoción de SST en tiempos de retención de 5, 10 y 15 días	72
.....	72

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestra.....	97
Anexo 2. Contención de la muestra.....	97
Anexo 3. Retención de la muestra	98
Anexo 4. Medición de parámetros físicos	99
Anexo 5. Medición de sólidos	99
Anexo 6. Turbidez	103
Anexo 7. DBO	104

RESUMEN

Los sectores rurales como el cantón de Puerto-Quito, realiza sus descargas de aguas residuales en los recursos naturales, provocando problemas de tipo ambiental, social y de salud, ya que una gran parte de sus pobladores consumen el agua de esos mismos recursos.

La metodología del presente trabajo fue de tipo experimental y se basó en las normas INEN para los procesos y los análisis del muestreo como del tratamiento y sus resultados, haciendo el uso de varios tratamientos e identificando el mejor de ellos, mediante pruebas de tratabilidad con la prueba Tukey, a su vez se dimensionó el tanque séptico con forme a los resultados obtenidos y se evaluó el impacto ambiental que este generará mediante la matriz de importancia.

El objetivo del presente trabajo fue realizar el tratamiento de aguas residuales domésticas mediante fosa séptica, para la depuración de los contaminantes y la reinserción de esta agua a los medios naturales, cumpliendo la norma vigente del Ecuador.

En donde obtuvo, que el mejor tratamiento para depurar los contaminantes y que cumplan la norma vigente, fue el tratamiento 3 con 15 días de tiempo de retención, y para el diseño del tanque séptico para 12 habitantes fue de una altura de 1,65m, un ancho de 2,50m y un largo de 5m, además de que la evaluación por matriz de importancia para la implementación de la fosa séptica arrojo impactos ambientales bajos- moderados, haciendo que el proyecto se totalmente viable.

Palabras clave: Tratamiento, Tanque séptico, Norma, Tiempo de retención, domésticas.

ABSTRACT

Rural sectors such as the canton of Puerto-Quito, discharges its wastewater into natural resources, causing environmental, social and health problems, since a large part of its inhabitants consume water from these same resources.

The methodology of this work was experimental and was based on the INEN norms for the processes and analysis of sampling and treatment and their results, using several treatments and identifying the best one by means of the Tukey test, the septic tank was sized according to the results obtained and the environmental impact that it will generate was evaluated by means of the importance matrix.

The objective of this work was to carry out the treatment of domestic wastewater by means of a septic tank, for the purification of pollutants and the reinsertion of this water to the natural environment, complying with the current regulations of Ecuador.

The best treatment to purify the pollutants and comply with the current standard was treatment 3 with 15 days of retention time, and for the design of the septic tank for 12 inhabitants was a height of 1.65m, a width of 2.50m and a length of 5m, in addition to the evaluation by matrix of importance for the implementation of the septic tank yielded low-moderate environmental impacts, making the project totally feasible.

Keywords: Treatment, Septic tank, Standard, Retention time, Domestic wastewater.

1. INTRODUCCION

1.1. Antecedentes

Puerto Quito se encuentra localizado a orillas del río Caoní, y está constituido por 33 zonas rurales, en los cuales a nivel general ha tenido un aumento en su crecimiento población. Como parte de sus actividades comerciales encontramos a la ganadería, agricultura y el turismo, su dato histórico en sus actividades económicas tiene sus orígenes en la explotación maderera, por ello sus suelos no fueron determinados como ricos en nutrientes como para satisfacer la demanda de consumo en cuanto a la industria de la agricultura, limitando su uso para esta actividad. (Guzmán Salcedo, 2016)

Puerto Quito en los años 80 ya constaba con 2 fosas sépticas las cuales recibían sus aguas residuales por medio del alcantarillado, por motivo del crecimiento poblacional el tiempo de vida útil del tratamiento se cumplió y estos fueron retirados para después ser descargados directamente a los recursos hídricos como es el caso del río Caoní, o al alcantarillado sin ningún tratamiento previo. (Cueva Quinga & Eras Calvopiña, 2021)

Esto produjo problemas notables en la biota del lugar, afectando así a las familias locales de forma económica, social y ambiental, ya que gran parte de ellas generaban sus ingresos por medio de las actividades turísticas. (Cueva Quinga & Eras Calvopiña, 2021)

Para la aplicación de tratamientos de fosas sépticas se encontró que las aguas residuales deben tener un índice de biodegradabilidad mayor o igual a 0,4 $DBO_5/DDDO$.

1.2. Justificación

Debido a los problemas sociales, ambientales, Salud y referentemente de saneamiento generados por las descargas de agua residual, nos lleva a la búsqueda de diferentes alternativas que nos permitan mejorar la calidad del agua no tratada, para así poderla regresarla al medio ambiente, para esto se realizará el tratamiento de aguas residuales domésticas, mediante fosa séptica evaluando la descontaminación por medio de diferentes tiempos de retención y su eficiencia en el proceso, a su vez también se realizará la evaluación mediante matriz de importancia de la implementación del tanque séptico, y nivel de impacto ambiental generado.

Al ser un método de tratamiento de fácil uso y aplicación podrá beneficiar a los habitantes de Puerto Quito, de la zona rural, los cuales podrán hacer uso del mismo, para evitar problemas de contaminación al momento de la descarga del agua.

Para este proyecto contamos con el uso de los laboratorios otorgados por la Universidad Politécnica Salesiana, los cuales nos facilitará realizar trabajos experimentales para evaluar la aplicación de nuestro método, arrojándonos resultados para nuestro análisis que nos ayudaran a determinar la eficiencia de nuestro proyecto.

La ejecución de este proyecto funcionará como herramienta de uso para el Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD), del cantón Puerto Quito a su vez también servirá para futuros estudios dentro del mismo campo, y al ser un método convencional, servirá para utilizarlo en lugares en donde la descarga de aguas residuales con carga contaminante sea baja y en donde no sea necesario de métodos costoso o complejos, para cualquier persona que quiera gestionar sus aguas residuales en el sector rural, cumpliendo así con la normativa vigente.

1.3. Objetivos

1.3.1. General

Realizar el diseño experimental del tratamiento de aguas residuales, mediante el uso de fosa séptica y su correspondiente estudio de impacto ambiental, para la eliminación de contaminantes presentes en el agua y su inserción en los afluentes naturales.

1.3.2. Específicos

Determinar las variables dependientes e independientes de los muestreos, para el diseño experimental del tratamiento de aguas residuales.

Dimensionar la estructura de la fosa séptica y evaluar el funcionamiento de la misma para la obtención del su estudio de impacto ambiental.

Determinar el tiempo de retención adecuado, mediante la contención de la muestra en distintas pruebas, con el fin de obtener una descarga de agua con mejor calidad, la cual cumpla con los parámetros vigentes en la normativa y pueda ser reinsertada en los afluentes naturales.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Línea base

2.1.1. Ubicación De La Zona Del Proyecto

La descripción del área de estudio se fundamenta en el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) 2015 del Gobierno Autónomo Descentralizado de Cantón Puerto Quito, Pichincha, Ecuador. Según GAD Puerto Quito (2015), menciona que el cantón se encuentra ubicado en el noroccidente de la provincia de Pichincha a 140 kilómetros de la ciudad de Quito, en la vía Calacalí- La Independencia, zona de transición entre la cordillera Occidental y la región Litoral.

En donde el cantón es limitado por varias provincias. Según Carrera (2015), Puerto Quito cuenta con 640, 70 km² de superficie y limita: al norte con las provincias de Esmeraldas e Imbabura, al sur con la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas y parte de la provincia de los Bancos, al Este con el río Pizará en Pedro Vicente Maldonado, y al Oeste por la provincia de Esmeraldas.

2.2. Demografía

2.2.1. Población

La población es un factor que se encuentra en constante cambio y se lo puede visualizar por medio del censo ciudadano. Según INEC (2010), Instituto Nacional de Estadística y Censos, para el año 2010 Puerto Quito contaba con una población de 20 445 habitantes, con una tasa de crecimiento de 3.345, los cuales en comparación con la densidad poblacional del año 2001 es de 2.93 hab/ km², observando un elevado crecimiento poblacional dentro del sector, a pesar de no

existir un censo de los últimos 12 años, pudiendo variar la cantidad de habitantes en función de la migración del campo a la ciudad.

2.2.2. Vivienda

Las viviendas atienden a cambiar dependiendo del sector en que se encuentre, ya sea costa, sierra u oriente. Según GAD Puerto Quito (2015), el cantón de Puerto Quito cuenta con 6629 viviendas, de las cuales el 86% se encuentra en el área rural, de las cuales el 58% de estas son propias, y el porcentaje restante están dirigidas a grandes territorios de cultivos de palma, palmito y cacao con fines financieros. Por lo que la mayor cantidad de viviendas propias se encuentran en el sector rural.

2.3. Clima

Las características del clima de Puerto Quito son datos de suma importancia ya que esto nos permite evaluar las muestras y según esto, elaborar el diseño del tratamiento regido a estas condiciones, permitiendo la duración del diseño. Según GAD Puerto Quito (2015) el cantón se sitúa a 140 msnm, en donde se presenta una temperatura media anual de 24,5 °C, un mínimo de 23 °C y un máximo de 27, 09 °C, siendo la temporada de invierno en los meses de enero- abril, destacando marzo como el mes más caluroso ya que puede presentar temperaturas superiores a los 25 °C. Por ende, al ser un piso tropical húmedo este va a tener abundantes lluvias durante el año, lo que permite la humedad en el sector.

Dentro del sector también se puede diferenciar las estaciones de verano e invierno. Según GAD Puerto Quito (2015), en la estación de invierno atiende a existir más lluvias, para verano atiende a reducir las cantidades de lluvias esto puede darse en los meses de mayo- diciembre, en donde tendrá temperaturas que oscilan entre 18 a 33 °C. Por lo tanto, las tomas de muestras se las

puede realizar empezando desde el mes de mayo cuando las lluvias se hayan reducido, ya que se necesita para la toma de muestra que al menos 3 días antes no hayan existido lluvias abundantes.

2.3.1. Precipitaciones

A pesar de que el cantón Puerto Quito presente altas precipitaciones, se puede aprovechar en la estación de verano para realizar los estudios referentes a la calidad del agua. Según GAD Puerto Quito (2015), el mes de abril presenta precipitaciones de 717,38 mm y el mes de agosto indica un valor de 62,46 mm. Como resultado se muestra que la mayoría de las lluvias se presentan al inicio del año.

2.3.2. Heliofanía

La heliofanía se la puede entender como la cantidad de brillo del sol o a su vez las horas de sol que se tiene en un lugar. Según GAD Puerto Quito (2015), en el cantón presenta un valor promedio mensual de 73,06 h/sol y con una media anual de 1819 h/sol, en donde el mes con mayor intensidad de sol se registra en el mes de marzo, mientras que en el mes con menos horas de sol está en el noviembre. Por ende, se entiende que el mes con más horas de sol se encuentra en temporadas con intensas lluvias al año.

2.4. Suelo

Dentro del diseño del tanque séptico es necesario conocer el tipo de suelo que se tiene en sector y sobre todo también la capacidad de infiltración que este tiene. Según Carrera (2015), el suelo del cantón Puerto Quito se podría definir cómo un terreno montañoso y ondulado, caracterizado por su bosque húmedo, dicho suelo se utiliza principalmente para actividades agrícolas y ganaderas; dicho suelo es variado y se lo puede clasificar en: franco limoso, franco arcilloso, pedregoso y arcilloso, en general el suelo presenta señales de hidroformia en la

profundidad de este. Por ende, podríamos entender que el suelo es apto para poder integrar la fosa séptica.

2.5. Infraestructura y acceso a servicios básicos

2.5.1. Servicios de agua potable

El abastecimiento y distribución de agua potable en una ciudad permite mejorar la calidad de vida de los habitantes. Según GAD Puerto Quito (2015), el cantón cubre el 80% de los hogares con agua potable gracias a un nuevo sistema implementado con la recolección de agua desde el río Culebritas por medio de tuberías PVC-P, con un caudal de 14 L/s., hasta la estación de tratamiento de agua potable en el sector los Laureles, donde 24 recintos del área rural son abastecidos por agua potable, lo cual representa el 32% de los hogares, mientras que el 55% de las familias son abastecidas con agua del pozo, dejando una cantidad del 13% que recolectan el agua de río o de esteros, elevando el porcentaje de abastecimiento de agua a la población en un 22%. Por lo tanto, las familias que se abastecen de agua potable del pozo, de ríos, esteros u otros recursos hídricos, son los principales afectados por la falta de tratamiento de las aguas residuales, antes de ser descargados en el medio ambiente.

2.5.2. Servicios de alcantarillado

El sistema de alcantarillado permite tener acceso a distintos puntos en donde las aguas residuales se mezclan. Según GAD Puerto Quito (2015), se puede conceptualizar al sistema de alcantarillado como la estructura y distribución de las tuberías para la recogida y transporte de las aguas residuales y pluviales hacia su lugar de tratamiento o medio natural de desecho.

En el caso del sector rural hay varios hogares que manejan distintos medios como fin último del agua residual sin ningún tipo de tratamiento, esto debido a que no todos los hogares disponen de un sistema de alcantarillado dentro de su localidad.

2.6. Componente ambiental

2.6.1. Flora

Al destacar que Puerto Quito es un lugar Biodiversos por su piso tropical, encontramos que se desarrollan diversas especies de plantas medicinales, maderas, plantas comestibles, y arbustos de todo tipo. Según el GAD Puerto Quito (2015), existen diversas especies de plantas medicinales, madereras, plantas comestibles, y arbustos de todo tipo, especies arbóreas como: el chanul, el sandi, la guasca, el paco, sangre de gallina, etc., especies destacadas como la uva, caimitillo, helechos arbóreos, palma como la chonta, el pambil, la caña guadua. En cuanto a las ramas de los árboles existe las reconocidas orquídeas y plantas parasitarias, dentro del sotobosque el cacao del monte, el paco, el platanillo, la paja toquilla, entre otros, y en el bosque secundario existen especies como el laurel, guarumo plateado, el chipero y el aliso.

2.6.2. Fauna

Con respecto a la fauna del cantón encontramos mamíferos, aves, peces, entre otros. De acuerdo con GAD Puerto Quito (2015), este menciona a los animales más destacados como: los loros, plataneros, jilgueros, ollereros, diostedé, valdivias, también culebras como a la sayama, nupa, mataballo, verrugosa, como las especies más grandes de culebras, mientras que a las más venenosas encontramos: la culebra equis, culebra papagaya, culebra rabí hueso, entre otras. Referente a las culebras la mayoría de ellas no se frecuenta comúnmente por el sector ya que ellas

salen de su habitad cuando el ser humano habita ahí, pero de vez en cuando si se puede tener un avistamiento de una que otra especie.

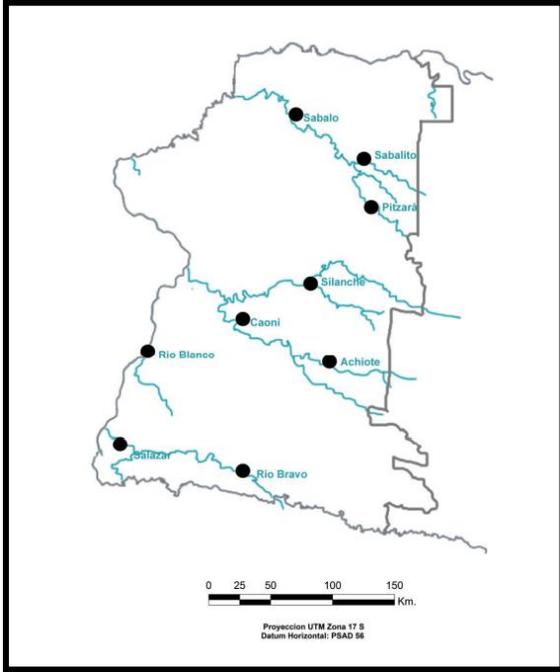
También podemos encontrar otras especies como los mamíferos. El GAD Puerto Quito (2015) menciona: a la guanta, a los armadillos, los osos perezosos, la guatusa, la liebre, el venado colorado, el venado de cola blanca, variedades de monos, zorros, el tigrillo, el jaguar, el puma, etc. En alturas mayores a los 300 m.s.n.m, también se puede encontrar la presencia de los osos de anteojos y en la parte acuática encontramos peces como los sábalos, las guañas, la lisa el barbudo, entre otros. Esta gran diversidad de fauna que ha sido atentada por el crecimiento e intervención del ser humano en distintos sectores.

2.6.3. Ecosistema

Dentro del cantón de puerto Quito encontramos diversos ríos, los cuales se encargan de abastecer a su ecosistema. Según GAD Puerto Quito (2015), el sector está constituido por bosques tropicales húmedos, en este sector encontramos al río Blanco, río Silanche, río Caoní, el río Achiote y del río de la abundancia. Por lo tanto, gracias a la gran cantidad de recursos hídricos que tiene el cantón, este puede mantener cierta cantidad de humedad, lo que va a permitir la reproducción de varias especies en la fauna y la flora.

Figura 1

Mapa de los ríos de Puerto Quito



Nota: La figura presenta los ríos y sus cuencas, presentes en el cantón Puerto Quito. Fuente: GAD Puerto Quito (2012).

2.7. Componente sociocultural

Como cualquier sistema social del cual también pertenece el cantón de Puerto Quito, este también cuenta de servicios educativos de salud y también sus costumbres y celebraciones. Según GAD Puerto Quito (2015), Puerto Quito al ser un sector entre la costa y sierra, tiene una mezcla de estas dos regiones dentro de su cultura, lo cuál puede ser visto en los grupos de danza, la música, su gastronomía y las artesanías que elaboran. A pesar de esto, se sabe que dentro del sector no se cuenta con espacios públicos para actividades que impulsen cada uno de estos aspectos.

2.7.1. Educación y salud

El manejo del sistema de tratamiento mediante fosa séptica es sencillo, pero se necesita conocer el nivel de educación del cantón. Según Bustos (2019), el 47% de la población de Puerto Quito tiene acceso a una educación básica, 19% a nivel de secundaria y 4% a nivel universitario. Estas proporciones reflejan un logro considerable en la cobertura de educación básica. Por otro lado, el acceso a La educación de pregrado y posgrado es muy limitado. El 8% de la población no posee ningún tipo de instrucción educativa, es decir no ha cursado ningún tipo de estudio. Registra todos los accesos a la educación formal en el territorio y solo el 1% tiene acceso o se encuentra dentro de algún programa de alfabetización, indicando problemas en el área educativa. Por lo tanto, la mayoría de la población tiene conocimientos básicos de educación, lo que le permitirá manejar adecuadamente el sistema, así como su funcionamiento.

En cuanto a la salud existe una distribución de dispensarios médicos, así como de otros servicios. Según Bustos (2019), la salud el cantón Puerto Quito tiene quince entidades de salud, en la cabecera cantonal existen tres unidades que son: Patronato del Municipio y del Consejo Provincial, además de un Centro de salud perteneciente al MSP. En lo que respecta al sector rural existen tres Centros de Salud ubicados en los sectores Buenos Aires 1 y 29 de septiembre, la Abundancia. También dispone de tres unidades de salud pertenecientes al Seguro Social Campesino que se encuentran en los sectores: Agrupación Los Ríos, Puerto Rico y Puerto Quito rural. Con esto podemos entender el sistema y la organización del cantón.

2.7.2. Principales actividades productivas

2.8. Componente Económico

El aspecto económico de un sector nos permite saber la capacidad de inversión que este tendrá en futuros proyectos para la localidad. Según GAD Puerto Quito (2015), la fuente principal de economía y la más fuerte, además, es el sector turístico el cual es impulsado por los paisajes naturales del sector como: La playa del Caoní, La cascada azul, cascada El silencio, cascada Macallares, La piedra de vapor etc. Por lo tanto, la mayoría de estos sectores se encuentran en sectores rurales, incrementando la importancia de conservar los ecosistemas locales.

2.8.1. Principales actividades productivas

El cantón de Puerto Quito en su gran parte lo constituye la zona rural. En donde según Bustos (2019), la población se dedica en su mayoría a diferentes actividades tales como lo son: agrícola en un 38%, ganadera en un 27%, pecuaria en un 10%, turismo y comercio cerca del 8%, forestal en un 5%, artesano en un 3% e industrial y ecoturismo en 1%, aunque con el pasar del tiempo este porcentaje ha ido incrementando. Por lo tanto, la mayoría de su población realizarán sus actividades en el campo donde ingresan más contaminantes como lo son los de uso agrícola, esto en el caso de la industria.

2.9. Marco teórico

2.9.1. Tipos de agua residual doméstica

Las aguas residuales domésticas son de diferentes tipos por su origen. Según Oakley y Salguero (2011), las aguas domésticas se refieren principalmente al agua proveniente de residencias, o edificios comerciales ya sea público o privado, se componen principalmente del agua usada para el lavado o limpieza y del agua expulsada por las baterías sanitarias entre otras, estas

aguas contienen contaminantes tales como: gérmenes patógenos, sólidos, nitrógeno o fósforo y materia orgánica. Por ende, podemos entender que por el origen de estas aguas se dividen en dos tipos: como aguas grises y aguas negras.

2.9.2. Aguas grises

Las aguas grises nombre dado por el color de estas. Según Oakley y Salguero (2011), se refiere a las aguas residuales que provienen de lavamanos, tinas o duchas, lavavajillas o lavaplatos, lavadoras de ropa, es decir toda agua residual que haya quedado como producto de la interacción entre el agua y un agente de limpieza. Por lo tanto, estas aguas vanas contener residuos como detergentes.

2.9.3. Aguas negras

En el caso de las aguas negras que también su nombre es dado por el color de las mismas. Según Oakley y Salguero (2011), las aguas negras son provenientes principalmente de inodoros o urinarios y dentro de las cuales existe residuos ya sea de material fecal u orina. Por lo tanto, encontraremos organismos patógenos.

2.9.4. Características Físicas de las aguas residuales

2.9.4.1.pH.

El pH del agua residual permite saber la acidez del agua, por ende, es necesario el control de este parámetro ya que se debe asegurar buenas condiciones para los distintos procesos y reacciones tanto químicas como microbiológicas en los tratamientos de aguas residuales. Romero (2016) explica como las aguas residuales que llegan a tener concentraciones adversas del ion hidrogeno, son difíciles de ser tratadas biológicamente, llegando a ser terrible para los microorganismos y a su vez alterando la biota de las fuentes receptoras.

El valor de pH puede determinar el tipo de tratamiento que se va a usar. Según Romero (2016) plantea que en aguas con un pH menor a 6 (en el tratamiento biológico), favorecer el crecimiento de hongos sobre las bacterias, mientras que para valores de pH bajos predomina el poder bactericida del cloro, y valores altos de pH que van desde 10,5- 11,5, donde predomina la forma de nitrógeno amoniacal gaseosa NH_3 , puede ser removida por medio de arrastres con aire. Entonces para los distintos procesos de tratamiento y para conservar la mayoría de vida biológica generalmente se puede tener valores de pH de 6,5- 8,5. Por lo tanto estos valores nos van a servir como guía para saber que componentes estarían preeminentes en nuestras aguas residuales, a su vez de ver alternativas para subir o bajar el valor de pH según lo que se nos presente, ya que debemos dar las condiciones necesarias para que se pueda realizar el tratamiento.

2.9.4.2.Turbidez.

Uno de los parámetros que nos permiten determinar la calidad del agua de forma más notable o a simple vista es la turbidez. Romero (2005) plantea a la turbidez en el agua como un efecto óptico causado por la incidencia de la luz, la cual ingresa en una suspensión de partículas en donde el material disuelto que se encuentra en la solución acuosa puede absorber y remitir la luz. Así que podemos decir que la incidencia de la luz nos va a permitir determinar la presencia de partículas suspendidas dentro del agua.

A su vez podemos entender que el tipo de emisión de luz dependerá de ciertas os sólidos y la luz. Romero (2005) indica que dependerá del tamaño y la forma que tienen las partículas, y a su vez también de la longitud de la onda de la luz incidente, así que mientras mayor sea la intensidad de la luz dispersada mayor será la turbiedad.

2.9.4.3.Sólidos suspendidos.

La determinación de los distintos tipos de sólidos contenidos en sustancias líquidas y semilíquidas nos sirve como indicadores de la calidad de agua. Romero (2005) expone a los sólidos suspendidos como al material no disuelto que es determinado por medio del proceso de filtración y con la ayuda de un crisol y altas temperaturas de secado de 103°C- 105°C, se obtiene el peso de estos sólidos. Por ende, podemos determinar a los sólidos suspendidos como pequeñas partículas coloides que se mantienen en suspensión dentro de las sustancias líquidas.

2.9.4.4.Sólidos sedimentables.

Los sólidos sedimentables son aquellos que están constituidos por partículas más densas y se determinan cuando se encuentran en condiciones estáticas. Romero (2005) expresa que los sólidos suspendidos, los cuales se encuentran en condiciones tranquilas y por presencia de la gravedad, estos llegarán a sedimentar, ubicándolos en la parte inferior de donde estos se encuentren, para la determinación de este tipo de sólidos se lo puede hacer mediante una práctica de laboratorio con un cono Imhoff de 1 litro, en donde se registrara el volumen del material que sedimenta en 1 hora. Por ende, el tratamiento de agua residual doméstica mediante fosa séptica cumple con las condiciones que se requiere para la determinación de los sólidos sedimentables, que son condiciones tranquilas y estáticas durante un tiempo.

2.9.4.5.Temperatura.

La temperatura es un indicador específico de las aguas residuales y es necesario de la medida de este por su relación con el oxígeno en el agua. Según Metcalf y Eddy (1995) la temperatura tiene influencia en el desarrollo de la vida acuática ya que afecta a la cantidad de oxígeno, mientras más temperatura exista menos oxígeno habrá, y esto se vuelve perjudicial para

los ecosistemas acuáticos, ya que la vida que existente en estos ecosistemas requieren de una gran cantidad de oxígeno, es por eso que las aguas residuales son altamente perjudiciales ya que atienden a tener temperaturas altas, ya que estas aguas se componen de descargas líquidas calientes que salen de los hogares y al ser depositadas en los recursos naturales como suelo, y agua esta va a tener choques con la temperatura del medio lo que generará el aumento de mortalidad de la vida acuática. Por lo tanto, es indispensable el tratamiento de estas aguas residuales antes de ser devueltas al medio, ya que desencadena una gran cantidad de problemas.

2.9.4.6.POR.

El potencial de oxidación reducción es una medida primordial ya que nos va a permitir conocer si nuestra muestra de agua tiene una mayor cantidad de agua de lluvia de días anteriores, o si efectivamente es una muestra de agua residual. Romero (2016) describe al POR como el que mide la cantidad referente a materiales que son oxidados y reducidos a esto se puede entender como la competencia que tienen de llegar a ganar o perder electrones. Por ende, nos va a permitir saber las condiciones anóxicas del agua residual y competencia para a la aplicación de tratamientos biológicos.

El POR nos permite conocer valores para poder identificar las condiciones de nuestra agua residual. Según Romero (2016):

Lecturas de POR entre +50 y -50 mV indican condiciones anóxicas con NO_3^- como aceptador de electrones. Lecturas de POR entre 50 Y 300 mV indican condiciones aerobias con oxígeno y nitratos como aceptadores de electrones. Lecturas de POR menores de -100 mV indican condiciones anaerobias. (p.67)

Estos parámetros nos mostrarán en que rango se encuentra los valores que arrojen nuestras muestras, para saber si el tratamiento que se le va aplicar es apto.

2.9.4.7. Conductividad.

Recordemos que el agua puede conducir electricidad a través de los iones que se encuentra disueltos en ella, aunque el agua denominada pura no llega a ser tan buen conductor eléctrico. Romero (2005) explica cómo esta destreza que tiene el agua para transportar electricidad, se expresa de forma numérica en donde de la concentración de las sustancias disueltas ionizadas dentro del agua y de la temperatura a la cual se lo vaya a realizar. Por lo tanto, si llegará a existir un cambio en las concentraciones de las sustancias disueltas, e el movimiento de los iones disueltos o en su valencia, esto afectaría al valor de la conductividad, siendo así que también nos permitiría tener una estimación del contenido de los sólidos disueltos.

2.9.4.8. Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto en el agua es un parámetro importante ya que es requerido para mantener la vida acuática en los distintos cuerpos de agua, y ya que al finalizar el tratamiento de las aguas residuales domésticas estas serán descargadas en distintos cuerpos de agua o a su vez en el suelo dependiendo de la cercanía de los hogares a cada uno de estos. Romero (2016) explica como la baja disponibilidad del oxígeno disuelto acortará la capacidad de auto purificación de los cuerpos de agua. Por ende, es más que necesario para el tratamiento de las aguas residuales antes de ser devueltas al ecosistema.

Dentro de los cálculos que se realizan en los distintos ensayos podemos encontrar variables que se relación como lo es el OD y la DBO. Romero (2016) describe como la determinación del OD es esencial para la valoración de las condiciones de aerobividad del agua y a su vez para el

cálculo de la DBO en sus inicios. Esto quiere decir que para determinar el valor de la DBO en sus inicios es necesario conocer los datos de OD de nuestra muestra.

El tratamiento de aguas residuales mediante tanque séptico es aplicado en condiciones aerobias. Según Romero (2016), “En general, todo proceso aerobio requiere una concentración de OD mayor de 0,5 mg/L” (p.64-65). Esto quiere decir que el oxígeno disuelto es uno de los parámetros que van a ser medidos en primer lugar y nos mostrará que tan factible puede ser la aplicación del tratamiento en esas aguas residuales.

2.9.4.9.DQO.

Es necesario conocer que cantidad de oxígeno se necesita para que la materia orgánica pueda oxidarse, para esto es requerido medir la DQO que es la demanda química de oxígeno. Romero (2005) expone a la DQO como la medida de oxígeno que llega a ser consumida por una cantidad de materia orgánica en una muestra y es oxidada por un agente químico de oxidación fuerte, también menciona como este parámetro en su ensayo no presenta tantas variables como lo hace ensayos biológicos como el DBO. Por lo tanto, es un requerimiento indispensable medir este parámetro para saber si el tratamiento aplicado deja como resultado una buena calidad de agua la cual cumpla con la normativa de calidad de agua establecida.

2.9.4.10. DBO.

Se denomina a la DBO como la demanda bioquímica de oxígeno y es otro de los parámetros necesarios para medir el grado de contaminación del agua. Romero (2005) expresa como una forma de ensayo importante a la medida de DBO_5 , la cual se expresaría como la demanda bioquímica de oxígeno a los 5 días, en donde se mide el oxígeno que es consumido por los microorganismos durante la degradación de las sustancias orgánicas, en condiciones aeróbicas y a 20 °C. Por ende,

para los ensayos de agua residual doméstica en el tratamiento de fosa séptica se determinará la cantidad de oxígeno que han consumido los microorganismos a los 5 días.

Es importante saber el porcentaje por la cual es representada la materia orgánica. Según Romero (2005) “En aguas residuales domésticas, el valor de la DBO a cinco días representa en promedio un 65 a 70 % del total de la materia orgánica oxidable” (p. 175). En este sentido debemos entender que para el ensayo de la determinación de este parámetro y por su gran representación de materia orgánica, es necesario que se tenga las condiciones adecuadas para los microorganismos a su vez de la cantidad suficiente de oxígeno disuelto, para que los microorganismos puedan utilizarlos, ya que si estos no están correctamente adaptados morirán.

Para esto también como se menciona antes el OD está relacionado con el cálculo de la DBO. Romero (2005) expone como se debe garantizar que durante los periodos de ensayos exista suficiente OD, para que pueda ser consumido por los organismos presentes. Por ende, se entendería que dentro de los ensayos a realizarse la determinación de OD y de DBO la muestra no debería pasar tanto tiempo en conservación, sino más bien realizar el ensayo en el instante en el que se tenga la muestra.

2.9.5. Sistema de tratamiento de aguas residuales

2.9.5.1.Fosa séptica.

La fosa séptica está estructurada como una cámara la cual capta el agua residual para tratarla y después regresarla al medio en el mejor estado posible, este método se puede aplicar en lugares poco poblados los cuales disponen agua de agua potable y en sí de zonas rurales, como lo es en nuestro caso. Rosales (2003) nos explica como este método puede tratar a los excrementos humanos, aguas provenientes de la cocina, de los baños, etc., tiene el fin de suplantar métodos

antiguos como lo son las letrinas. El nombre de séptica se le da por su descomposición en condiciones anaerobias.

Dentro de los tratamientos de aguas residuales existente, tratamientos, primarios, secundarios terciarios, y tratamientos avanzados. La fosa séptica es un tratamiento de tipo primario, la cual uso operaciones como lo es la sedimentación para poder eliminar los sólidos sedimentables y flotantes presentes en el agua residual captada. (Cajigas, 1995, p.5). Esto nos indica las características de nuestro tratamiento en el uso de operaciones unitarias para la eliminación de los sólidos que se encuentra en el agua residual y que va a pasar por el tanque séptico.

Para que nuestro sistema funcione correctamente debe tener un óptimo índice de biodegradabilidad. Ortiz de Zárate Apodaca y Abia (1997) clara que para el uso de fosa séptica el agua que ingresa a este sistema deberá tener un índice de biodegradabilidad DBO5/DQO mayor o igual a 0,4, los cuales no se llegaría a cumplir si en un caso las aguas captas llegasen a tener altas concentraciones de refractarios.

El uso de este método puede llegar a ser muy beneficioso por lo sencillo de su aplicación y su bajo costo. Según Rosales Elías (2003), “Por la sencillez que la caracteriza esta se ha llegado a tergiversar su función y en consecuencia se ha acumulado, con esas malas prácticas de conceptualización y construcción, una serie de defectos que la hacen ineficiente y la desacreditan.” (p.01). En este sentido, podemos entender que una adecuada construcción, utilización y conservación de este sistema puede alargar el tiempo de vida útil del mismo, logrando así que el tratamiento mediante fosa séptica sea más eficiente.

El proceso que se da en la fosa séptica es la digestión anaerobia, la cual Marengo y García (2019), nos explica como la materia orgánica llega a ser transformada en una mezcla de gases en los cuales se producen metano. Este proceso se llega a efectuar en 2 distintas etapas las cuales son:

- En la 1era se produce el simplificado y el solubilizado de los carbohidratos, las proteínas y las grasas, esto es realizado por los microorganismos facultativos mediante la activación de las enzimas que son producidas por las células bacterianas.
- En la 2da etapa hay la asistencia de las bacterias ácido génicas las cuales fermentan el material resultante de la anterior etapa y los convierten en ácido acético, propiónico, oleico, entre otros alcoholes simples, también el dióxido de carbono, el nitrógeno y el hidrogeno, en el caso del dióxido de carbono en esta etapa se encuentra aún en pocas cantidades, estas sustancias también son conocidas por su producción de olores molestos.

Cuando las aguas residuales están ingresando al tratamiento disminuye la velocidad de su caudal, después estas son depositadas dentro del tanque en donde van a mantener reposo durante un periodo de tiempo. Marengo y García (2019). Nos explican, que mientras el agua reposa los sólidos más ligeros como son las grasas suben hasta la superficie y están llegan a formar capas llamadas natas, mientras los sólidos más pesados se van a depositando en la parte inferior del tanque.

2.9.6. Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental es la parte técnica en donde se revisa varios parámetros a futuros que puedan afectar a los ecosistemas y vida en general presente por motivo de actividades realizadas por el ser humano, como puede ser industriales como ejemplo la activación de una

empresa. Gómez (2018), “refiere precisamente al Estudio de Impacto Ambiental, es decir a la parte técnica, no decisoria, de la evaluación” (p.01). En ese sentido, vemos como el estudio de impacto ambiental es el documento que va a servir para la evaluación de impacto ambiental por la autoridad ambiental.

2.9.6.1. Evaluación de impacto ambiental.

Como ya vimos el concepto del estudio de impacto ambiental en el caso de la evaluación del impacto ambiental. Gómez (2018) aclara que este se refiere al conjunto de los procesos técnicos y administrativos los cuales pasan por la autoridad ambiental y finalizan con su pronunciamiento. Con este documento se puede evidenciar el correcto manejo y planificación de nuestro estudio de impacto ambiental.

2.9.7. *Trampas de grasas*

Las trampas de grasas son necesarias dentro de nuestro sistema ya que comúnmente estos se encuentran en las aguas residuales domésticas. Según Romero (2016), “En aguas residuales domésticas, el contenido de grasas y aceites puede ser del orden 30 a 50 mg/l y constituir alrededor del 20 % de la DBO” (p.727). En ese sentido esta parte es elemental dentro de nuestro sistema para mejorar la condición del agua al momento de su descarga.

2.10. Marco legal

2.10.1. *Constitución de la república del Ecuador 2008*

Dentro de nuestra constitución tenemos leyes que respaldan la ejecución del proyecto, defendiendo la integridad de la naturaleza, respetando sus derechos y ayudando a las personas a mejorar su calidad de vida, con el uso de alternativas amigables con el medio ambiente. Por ende, se nombra cada uno de los artículos referentes al proyecto:

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.

Art. 15.- “El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. En el Capítulo Séptimo que trata de Los Derechos de la Naturaleza establece”. (Constitución, 2008, p. 13)

Esto dos artículos indica el derecho a la calidad de vida que cada uno de nosotros tenemos y a su vez el deber que tiene el estado para solventar cada una de las facilidades que permitan mejorar la calidad de vida usando alternativas amigables con el medio ambiente.

En los siguientes artículos se presentan los derechos que tiene la naturaleza y nuestro deber de conservarla y restaurarla.

Art. 71.- “La naturaleza o *Pacha Mama*, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos”.

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

Art. 73.- El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración

permanente de los ciclos naturales. Se prohíbe la introducción de organismos y material orgánico e inorgánico que puedan alterar de manera definitiva el patrimonio genético nacional.

Art. 74.- Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir. Los servicios ambientales no serán susceptibles de apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado. Los servicios ambientales no serán susceptibles a apropiación; su producción, prestación, uso y aprovechamiento serán regulados por el Estado. En el Capítulo Tercero Garantías jurisdiccionales, la Sección Segunda Acción de protección. (Constitución, 2008, p. 33-34)

Se indica como la naturaleza y las comunidades pueden beneficiarse unas a otras, siempre y cuando se respete los derechos de cada uno y a su vez como el estado debe impulsar la conservación, restauración, mitigación y protección hacia la naturaleza.

En el artículo 88 se observa la acción de protección a implementar en caso de una vulneración de los derechos.

Art. 88.- La acción de protección tendrá por objeto el amparo directo y eficaz de los derechos reconocidos en la Constitución, y podrá interponerse cuando exista una vulneración de derechos constitucionales, por actos u omisiones de cualquier autoridad pública no judicial; contra políticas públicas cuando supongan la privación del goce o ejercicio de los derechos constitucionales; y cuando la violación proceda de una persona particular, si la violación del derecho provoca daño grave, si presta servicios públicos. (Constitución, 2008, p. 40)

La constitución respalda al sujeto al cual se le haya infringido sus derechos y ofrece acción de protección.

Los siguientes artículos mencionan las competencias municipales para el desarrollo de nuestro proyecto y a su vez también el objetivo del régimen desarrollo.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

Art. 276.- “El régimen de desarrollo tendrá los siguientes objetivos: 1. Mejorar la calidad y esperanza de vida, y aumentar las capacidades y potencialidades de la población en el marco de los principios y derechos que establece la Constitución”. (Constitución, 2008, p. 86-89)

La siguiente normativa se ha mencionado con el fin de sustentar la aplicación del tratamiento de aguas residuales mediante fosa séptica en la comunidad del cantón Puerto Quito.

2.10.2. Tratado de Rio 1992

En 1992 en la ciudad de Brasil- Río de Janeiro se celebró el evento de ámbito ambiental llamado La Cumbre de la Tierra ECO 92, en la cual participó varios países con el fin de negociar temas puntuales relacionados al desarrollo y del medio ambiente, mediante la cooperación multilateral, con organizaciones como las Naciones Unidas y otras organizaciones competentes, las cuales se encargarían de ejecutar las actividades que se mencionan en lo siguiente:

a) Protección y conservación de los recursos hídricos: iii) Elaborar planes nacionales para

proteger y conservar los recursos hídricos;

b) Control y prevención de la contaminación del agua: i) Aplicar, cuando proceda, a todos los tipos de fuentes, el principio de que quien contamina paga, así como el saneamiento in situ y ex situ; ii) Promover la construcción de instalaciones de tratamiento para las aguas servidas domésticas y fluentes industriales y desarrollar tecnologías apropiadas, teniendo en cuenta los métodos autóctonos y tradicionales validos; viii) Fomentar y promover la utilización de aguas residuales debidamente tratadas y purificadas en la agricultura, acuicultura, industria y otros sectores. (Tratado de Río, 1992)

Como parte de la aplicación del proyecto también tenemos responsabilidad en los impactos que este pueda generar en todas las etapas de implementación, desarrollo y cierre de la fosa séptica, como de protección del medio que le rodea al proyecto.

2.10.3. Texto Unificado de Legislación Secundario de Medio Ambiental

En este artículo se menciona el principio fundamental para el desarrollo de comunidades sustentables.

Art. 1.- Establecen las siguientes políticas básicas ambientales del Ecuador: 1) Reconociendo que el principio fundamental que debe trascender el conjunto de políticas es el compromiso de la sociedad de promover el desarrollo hacia la sustentabilidad. La sociedad ecuatoriana deberá observar permanentemente el concepto de minimizar los riesgos e impactos negativos ambientales mientras se mantienen las oportunidades sociales y económicas del desarrollo sustentable. (TULSMA, 2018, p. 1)

Título II e la Investigación, Colección y Exploración de Flora y Fauna Silvestre

En el artículo siguiente se presenta la estructura establecida para los proyectos de investigación de un sector.

Art. 8.- Los proyectos deberán contener la siguiente información: Nombre del proyecto, Área precisa donde se llevará a cabo la investigación, Justificación, Objetivos, Técnicas de observación, Sitios de muestreo y toma de muestras, Materiales y equipos, Resultados esperados, Impactos ambientales potenciales del proyecto, Cronograma de trabajo, incluyendo fecha de entrega de los informes parciales, cuando la investigación tiene más de un año de duración, y del informe.

Título III DEL SISTEMA UNICO DE MANEJO AMBIENTAL

Art. 7.- Competencia de evaluación de impacto ambiental. - Le corresponde a la Autoridad Ambiental Nacional el proceso de evaluación de impacto ambiental, el cual podrá ser delegado a los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, metropolitanos y/o municipales a través de un proceso de acreditación conforme a lo establecido en este Libro.

Capítulo III Del sistema único de manejo ambiental

Art. 8.- Competencia en el control y seguimiento.- La Autoridad Ambiental Nacional es competente para gestionar los procesos relacionados con el control y seguimiento de la contaminación ambiental, de los proyectos obras o actividades que se desarrollan en el Ecuador; esta facultad puede ser delegada a los Gobiernos Autónomos Descentralizados provinciales, metropolitanos y/o municipales, que conforme a la ley están facultados para acreditarse ante el SUMA a través del proceso previsto para la acreditación. (TULSMA, 2018, p. 122-165)

El proceso de la evaluación de impacto ambiental se realizará por parte de la autoridad ambiental, así como todo el proceso para la aplicación del proyecto.

Art. 19.- Seguimiento ambiental. - El Seguimiento Ambiental de una actividad o proyecto propuesto tiene por objeto asegurar que las variables ambientales relevantes y el cumplimiento de los planes de manejo contenidos en el estudio de impacto ambiental. El Seguimiento Ambiental puede consistir en varios mecanismos: Monitoreo interno, Control, Auditoría, Vigilancia comunitaria.

Art. 20.- Participación ciudadana.- La participación ciudadana en la gestión ambiental tiene como finalidad considerar e incorporar los criterios y las observaciones de la ciudadanía, especialmente la población directamente afectada de una obra o proyecto, sobre las variables ambientales relevantes de los estudios de impacto ambiental y planes de manejo ambiental, siempre y cuando sea técnica y económicamente viable, para que las actividades o proyectos que puedan causar impactos ambientales se desarrollen de manera adecuada, minimizando y/o compensando estos impactos a fin de mejorar las condiciones ambientales para la realización de la actividad o proyecto propuesto en todas sus fases. (TULSMA, 2018)

CAPITULO III

DE LA REGULARIZACIÓN AMBIENTAL

Para establecer un proyecto es necesario registrar los impactos y los riesgos ambientales que este va a tener en el medio en donde será implementado el proyecto.

Art. 21.- Objetivo general. – Autorizar la ejecución de los proyectos, obras o actividades públicas, privadas y mixtas, en función de las características particulares de éstos y de la magnitud de los impactos y riesgos ambientales.

Art. 24.- Registro Ambiental. - Es el permiso ambiental otorgado por la Autoridad Ambiental Competente mediante el SUIA, obligatorio para aquellos proyectos, obras o actividades considerados de bajo impacto y riesgo ambiental.

Para obtener el registro ambiental, el promotor deberá llenar en línea el formulario de registro asignado por parte del Ministerio del Ambiente para lo cual deberá cumplir con el siguiente procedimiento: 1. Realizar los pagos por servicios administrativos en los lugares indicados por la Autoridad Ambiental Competente. 2. Ingresar la información requerida por la Autoridad Ambiental Competente en el registro automático elaborado para el efecto y disponible en línea. Una vez obtenido el registro ambiental, será publicado por la Autoridad Ambiental Competente en la página web del Sistema Único de Información Ambiental. El Sujeto de control deberá cumplir con las obligaciones que se desprendan del permiso ambiental otorgado.

Art. 28.- De la evaluación de impactos ambientales. - La evaluación de impactos ambientales es un procedimiento que permite predecir, identificar, describir, y evaluar los potenciales impactos ambientales que un proyecto, obra o actividad pueda ocasionar al ambiente; y con este análisis determinar las medidas más efectivas para prevenir, controlar, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos, enmarcado en lo establecido en la normativa ambiental aplicable.

Art. 32.- Del Plan de Manejo Ambiental. - El Plan de Manejo Ambiental consiste en varios sub-planes, dependiendo de las características de la actividad o proyecto. El Plan de Manejo Ambiental contendrá los siguientes sub-planes, con sus respectivos programas, presupuestos, responsables, medios de verificación y cronograma.

- a) Plan de Prevención y Mitigación de Impactos;
- b) Plan de Contingencias;
- c) Plan de Capacitación;
- d) Plan de Seguridad y Salud ocupacional;
- e) Plan de Manejo de Desechos;
- f) Plan de Relaciones Comunitarias;
- g) Plan de Rehabilitación de Áreas afectadas;
- h) Plan de Abandono y Entrega del Área;
- i) Plan de Monitoreo y Seguimiento.

Art. 34.- Estudios Ambientales Ex Ante (EsIA Ex Ante). - Estudio de Impacto Ambiental. - Son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales. Además, describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas. (TULSMA, 2018, p. 169-172)

CAPITULO VIII

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 192.- Obligación. - Todas las personas naturales o jurídicas públicas o privadas, comunitarias o mixtas, nacionales o extranjeras están en la obligación de someterse a las

normas contenidas en este Libro, previo al desarrollo de una obra o actividad o proyecto que pueda alterar negativamente los componentes bióticos y abióticos con la finalidad de prevenir y minimizar los impactos tanto si dicha obra, actividad o proyecto está a su cargo, como cuando es ejecutada por un tercero. (TULSMA, 2018, p. 188)

SECCION II

CALIDAD DE COMPONENTES BIOTICOS

Art. 203.- De la minimización de impactos. - Para aquellos proyectos que afecten de forma directa o indirecta áreas con cobertura vegetal primaria, bosques nativos, áreas protegidas, ecosistemas sensibles, se deberá analizar todas las alternativas tecnológicas existentes a nivel nacional e internacional para minimizar los impactos; para el análisis de alternativas se contemplará principalmente el aspecto ambiental. (TULSMA, 2018, p. 191)

2.10.4. Código Orgánico del Ambiente (COA)

Código Orgánico del Ambiente, se menciona el proceso para registrar el proyecto, las directrices que se debe seguir para el cumplimiento y cuidado de la biota.

TITULO I

CÓDIGO ORGANICO DEL AMBIENTE

Art. 3.- Fines. Son fines de este Código: 5. Regular las actividades que generen impacto y daño ambiental, a través de normas y parámetros que promuevan el respeto a la naturaleza, a la diversidad cultural, así como a los derechos de las generaciones presentes y futuras; 7. Prevenir, minimizar, evitar y controlar los impactos ambientales, así como establecer las medidas de reparación y restauración de los espacios naturales degradados.

Art. 5.- Derecho de la población a vivir en un ambiente sano. El derecho a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado comprende: 7. La obligación de toda obra, proyecto o actividad, en todas sus fases, de sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental.

Art. 8.- Responsabilidades del Estado. Sin perjuicio de otras establecidas por la Constitución y la ley, las responsabilidades ambientales del Estado son: 5. Promover y garantizar que cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios, asuma la responsabilidad ambiental directa de prevenir, evitar y reparar integralmente los impactos o daños ambientales causados o que pudiera causar, así como mantener un sistema de control ambiental permanente.

Art. 9.- Principios ambientales. En concordancia con lo establecido en la Constitución y en los instrumentos internacionales ratificados por el Estado, los principios ambientales que contiene este Código constituyen los fundamentos conceptuales para todas las decisiones y actividades públicas o privadas de las personas, comunas, comunidades, pueblos, nacionalidades y colectivos, en relación con la conservación, uso y manejo sostenible del ambiente. Mejor tecnología disponible y mejores prácticas ambientales. El Estado deberá promover en los sectores público y privado, el desarrollo y uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto, que minimicen en todas las fases de una actividad productiva, los riesgos de daños sobre el ambiente, y los costos del tratamiento y disposición de sus desechos. Deberá también promover la implementación de mejores políticas en el diseño, producción, intercambio y consumo sostenible de bienes y servicios, con el fin de evitar o reducir la contaminación y

optimizar el uso del recurso natural.

Art. 19.- Sistema Único de Información Ambiental. El Sistema Único de Información Ambiental es el instrumento de carácter público y obligatorio que contendrá y articulará la información sobre el estado y conservación del ambiente, así como de los proyectos, obras y actividades que generan riesgo o impacto ambiental. Lo administrará la Autoridad Ambiental Nacional y a él contribuirán con su información los organismos y entidades del Sistema Nacional Descentralizado de Gestión Ambiental y del Estado en general, así como las personas, de conformidad con lo previsto en este Código y subnormativa secundaria. El Sistema Único de Información Ambiental será la herramienta informática obligatoria para la regularización de las actividades a nivel nacional.

Art. 141. Áreas de protección hídrica. -La Autoridad Única del Agua establecerá y delimitará las áreas de protección hídrica. La Autoridad Ambiental Nacional las integrará al Sistema Nacional de Áreas Protegidas, mediante declaratoria; y determinará la categoría de manejo y el subsistema que les corresponda.

LIBRO TERCERO

DE LA CALIDAD AMBIENTAL

TITULO I

DISPOSICIONES GENERALES

Art. 159.- Carácter sistémico de las normas ambientales. Las normas ambientales serán sistémicas y deberán tomar en consideración las características de cada actividad y los impactos que ellas generan. El diseño, la elaboración y la aplicación de las normas

ambientales deberán garantizar la calidad de los componentes físicos del ambiente, con el propósito de asegurar el buen vivir y los derechos de la naturaleza.

Art. 162.- Obligatoriedad. Todo proyecto, obra o actividad, así como toda ampliación o modificación de los mismos, que pueda causar riesgo o impacto ambiental, deberá cumplir con las disposiciones y principios que rigen al Sistema Único de Manejo Ambiental, en concordancia con lo establecido en el presente Código.

Art. 165.- Competencias de los Gobiernos Autónomos Descentralizados. Las competencias referentes al proceso de evaluación de impactos, control y seguimiento de la contaminación, así como de la reparación integral de los daños ambientales deberán ser ejercidas por los Gobiernos Autónomos Descentralizados Provinciales, Metropolitanos y Municipales, a través de la acreditación otorgada por la Autoridad Ambiental Nacional, conforme a lo establecido en este Código.

CAPITULO V

CALIDAD DE LOS COMPONENTES ABIÓTICOS Y ESTADO DE LOS COMPONENTES BIÓTICOS

Art. 192.- De la calidad visual. Los Gobiernos Autónomos Descentralizados competentes controlarán que las obras civiles que se construyan en sus circunscripciones territoriales guarden armonía con los lugares donde se las construya en especial de los espacios públicos, con el fin de minimizar los impactos visuales o los impactos al paisaje, de conformidad con la normativa expedida para el efecto.

CAPITULO II

GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS NO PELIGROSOS

Art. 229.- Alcance y fases de la gestión. La gestión apropiada de estos residuos contribuirá a la prevención de los impactos y daños ambientales, así como a la prevención de los riesgos a la salud humana asociados a cada una de las fases. Las fases de la gestión integral de residuos sólidos no peligrosos serán determinadas por la Autoridad Ambiental Nacional.

Art. 317.- Infracciones graves. Las siguientes infracciones se considerarán graves y se les aplicará, además de la multa, las siguientes: 13. El inicio de un proyecto, obra o actividad categorizada como de mediano impacto sin la autorización administrativa. Para esta infracción se aplicará la multa; 14. El no informar dentro del plazo de 24 horas a la Autoridad Ambiental Competente por parte del operador de la obra, proyecto o actividad acerca de situaciones de emergencia, accidentes e incidentes que hayan ocasionado o pudiesen ocasionar daños ambientales. Para esta infracción se aplicará, según corresponda, la sanción contenida en el numeral 4 del artículo 320; 16. El incumplimiento del plan de manejo ambiental en el cual no se hayan aplicado los correctivos ordenados por la Autoridad Ambiental Competente. Para esta infracción se aplicará, según corresponda, la sanción contenida en el numeral 5 del artículo 320.

Art. 626. Obligaciones. - Los generadores tienen las siguientes obligaciones:

- a) Manejar adecuadamente residuos o desechos peligrosos y/o especiales originados a partir de sus actividades;
- b) Identificar y caracterizar, de acuerdo con la norma técnica correspondiente;
- c) Obtener el Registro de generador de residuos o desechos peligrosos y/o especiales ante

la Autoridad Ambiental Nacional, y proceder a su actualización en caso de modificaciones en la información. El Registro será emitido por proyecto, obra o actividad sujeta a regularización ambiental.

Art. 758. Control municipal. -Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en cuya jurisdicción se encuentren zonas de playa y franja adyacente de titularidad del Estado controlarán, en el marco de sus competencias, que no se incurra en las prohibiciones previstas en el Código Orgánico del Ambiente.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales podrán establecer otras prohibiciones y regulaciones con fines de preservación del patrimonio natural y cultural, siempre y cuando no se contrapongan o reduzcan el ámbito de acción de la norma nacional.

Los eventos turísticos o artísticos que se realicen en dicha zona y franja deberán contar con los respectivos permisos y autorizaciones emitidas por las autoridades competentes, conforme la legislación vigente.

Art. 758. Control municipal. -Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales en cuya jurisdicción se encuentren zonas de playa y franja adyacente de titularidad del Estado controlarán, en el marco de sus competencias, que no se incurra en las prohibiciones previstas en el Código Orgánico del Ambiente.

Los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales podrán establecer otras prohibiciones y regulaciones con fines de preservación del patrimonio natural y cultural, siempre y cuando no se contrapongan o reduzcan el ámbito de acción de la norma nacional.

Los eventos turísticos o artísticos que se realicen en dicha zona y franja deberán contar con

los respectivos permisos y autorizaciones emitidas por las autoridades competentes, conforme la legislación vigente. (COA, 2017)

Los artículos antes mencionados permiten direccionar al proyecto al momento de su establecimiento en el medio, describiendo el control municipal, las obligaciones de las autoridades, todo esto en cuanto al manejo de los residuos y desechos sólidos no peligrosos, así como la calidad de los componentes bióticos y abióticos.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona

3.1.1. Ubicación de la aplicación del proyecto

La ubicación para el proyecto se sitúa en la urbanización El Manantial el cual se ubica en el Km 134 vía a Calacalí- La independencia, en donde la localidad cuenta con un área de 36,37 hectáreas.

Figura 2

Mapa del territorio que abarca el caserío “El Manantial”

Materiales	Cantidad
Guantes	1 caja
Cofia	3
Enterizo desechable	3
Cooler	1
Hielo	4 fundas de 2Kg
Marcador permanente	1
GPS	1
Registro de toma de muestras	1

Nota: Materiales que fueron utilizados durante los distintos días de muestreo.

Elaborado por la autora

Tabla 2

Reactivos para el análisis de laboratorio

Reactivos	Características
Agua destilada	4 galones
Regulador de pH 7	1ml/ L de solución
Cloruro Férrico	1ml/ L de solución
Cloruro de Calcio	1ml/ L de solución

Reactivos	Características
Sulfato de magnesio	
Reactivo para Test de DQO 0-1500 MG	25 unidades Hanna instruments

Elaborado por la autora

Tabla 3

Materiales para el análisis de laboratorio

Material	Cantidad	Características
Frascos Wincler	6	Capacidad de 300ml
Imán	3	-----
Pipeta	1x cada medida	de 2ml, 5ml, 10ml
Pro-pipeta	3	-----
Pescador	1	-----
Varilla de agitación	1	-----
Guantes de calor	1	-----
Crisoles	3	-----
Pinzas	1	-----
Jeringuillas	1 x cada medida	Capacidad de 5ml, 10ml y 20ml

Material	Cantidad	Características
Probeta de 50ml	1	-----
Papel aluminio	1	-----
Grabilla	2	-----
Cono Imhoff	3	Capacidad de 1 litro.
Soporte universal	3	-----

Elaborado por la autora

Tabla 4

Equipos para el análisis de laboratorio

Equipos	Cantidad
pH-metro	2
Conductímetro	2
Digestor DQO	1
Oxímetro	1
Agitador magnético	1
Fotómetro	1
Estufa	1

Equipos	Cantidad
Mufla	1
Turbidímetro	1

Elaborado por la autora

3.3. Metodología

Esta investigación tendrá un enfoque experimental. Según Guevara, Verdesoto, Castro (2020), “Una verdadera investigación experimental se considera exitosa sólo cuando el investigador confirma que un cambio en la variable dependiente se debe a la manipulación de la variable independiente” (p.168). En ese sentido, para que sea una investigación experimental se necesita un diseño experimental, en cuál se trabajará con 2 tipos de variables, las variables dependientes que son las que se manejarán en base a las variables independientes y estas a su vez serán modificadas en diferentes situaciones dadas por el investigador con el fin de probar su aplicación.

3.3.1. Características de la investigación experimental

Para poder identificar si nuestra investigación es experimental podemos basarnos en las características que esta presenta. Según Serrano (2011), nos plantean las siguientes características:

- Equivalencia estadística de los sujetos formados en grupos al azar.
- Debe haber una comparativa entre 2 conjuntos o más.
- Se debe medir cada variable
- Debe existir intervención directa en la variable independiente
- Aplicación de la estadística inferencial.

- Debe haber un diseño para el control de las variables extremas a las denominadas.

Por ende, según estas especificaciones nuestra variable escogida cumple con las especificaciones detalladas.

Para lo cual dentro de nuestro estudio se revisó que nuestro diseño experimental es de bloques formados al azar en donde se van a comparar varios conjuntos que serían los resultados que se den de DQO y DBO en distintos tiempos de retención, permitiendo medir cada una de estas variables, en donde las variables dependientes serán el DQO y la DBO las cuales tienen relación con la variable independiente que es el tiempo de retención, y esta la colocaremos en distintos tiempos.

Para esto aplicaremos la estadística inferencial, la cual nos va a permitir sacar conclusiones que generalicen los resultados de la aplicación después de haber analizado cada una de las variables. La parte experimental se realizará en un ambiente controlado el cuál será el laboratorio de la universidad politécnica salesiana.

El método que se va a usar es de tipo experimental, ya que para esto se va a realizar un experimento en el cual se manipule a la variable independiente dentro de condiciones controladas, para demostrar nuestra propuesta para el tratamiento de las aguas residuales rurales de Puerto Quito.

Dentro de las técnicas para recopilar la información tenemos a la investigación de campo en donde encontramos técnicas de observación a campo, entrevistas, encuestas, test, y el experimento como parte de las características de esta misma. Para nuestra investigación se realizará observación a campo y el experimento con el cual se validará el método usado.

Dentro del proceso técnico de la ingeniería ambiental, se realizará el experimento en un ambiente controlado que serán los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana en y se hará uso del instrumental de la carrera. El proceso de diseño de fosa séptica, se le integrará trampas de grasa y zanjas de infiltración. Para el diseño del tanque séptico nos basaremos en normas como el REGLAMENTO TÉCNICO DEL SECTOR DE AGUA POTABLE Y SEANEAMIENTO, y también en diseños de tanques sépticos ya experimentados y comprobados en estudios por diversos autores especializados en el tratamiento de aguas residuales, los cuales revisaremos que cumpla la normativa ambiental nacional vigente.

3.3.2. Variables a evaluar en la investigación

3.3.2.1. Variable independiente.

Como variable independiente tenemos el tiempo de retención, el cual es el tiempo que van a requerir los microorganismos para la paralización de la materia orgánica.

Descripción:

Tratamiento 1 → Tiempo de retención de 5 días.

Tratamiento 2 → Tiempo de retención de 10 días.

Tratamiento 3 → Tiempo de retención de 15 días.

3.3.2.2. Variable dependiente.

Como variables dependientes tenemos:

- DQO
- DBO
- ST
- SST

3.3.3. *Diseño experimental*

El diseño experimental es de tipo DBCA con un diseño de bloques al azar con 5 tratamientos en donde el factor de estudio serán los distintos tiempos de retención a 6 horas, 12 horas, 18 horas, 24 horas, y 30 horas.

Cada tratamiento se lo realizará con 3 repeticiones, en donde las muestras serán tomadas a las 8:00 am, 12:00 am y 14:00 pm.

Tabla 5

Tratamientos y repeticiones

TIEMPOS DE RETENCIÓN			
	5 Días	10 Días	15 Días
H O R A	R1 (8:00) am		
	R2 (12:00) am		
	R3 (14:00) pm		

Elaborado por la autora

3.3.4. *Muestreo*

Para la toma de muestras, se lo puede realizar empezando desde el mes de mayo cuando las lluvias se han reducido en su mayoría, ya que para el muestreo se necesita que 3 días antes no haya existido lluvias abundantes.

Para la toma de las distintas muestras se utilizó las Normas Técnicas Ecuatorianas. En donde NTE-INEN 2176 (2013), explica los distintos tipos de técnicas de muestreo, los equipos de muestreo, tipos de recipientes, identificación y registros del muestreo.

Se desarrolló 3 muestreos en 3 días distintos en la semana, y en cada día se tomó 3 muestras a 3 distintas horas, clasificándose como muestras compuestas de forma manual, con sus 3 submuestras, las cuales luego se mezclaron y se promedió para obtener la muestra de ese día.

Para la conservación de las muestras transporte y otras medidas que hay que tomar en cuenta también nos podemos basar en las distintas normas INEN. Según NTE-INEN 2169 (2013), “Calidad del agua. Muestreo. Manejo y conservación de muestras”, y en la NTE-INEN 2226 (2013), “Calidad de agua. Muestreo. Diseño de los programas de muestreo”.

3.3.5. *Ubicación de los puntos de muestreo*

Para la ubicación del punto de muestreo se tomó en cuenta el punto final de captación de las aguas residuales domésticas en la cabecera del cantón de Puerto Quito, debido a que en el sector en donde se aplicará el proyecto, aún no cuenta con viviendas.

Tabla 6

Latitud y longitud del punto de muestreo

PUNTO	LATITUD	LONGITUD
Punto final de descarga de aguas residuales del cantón Puerto Quito.	0.122412	-79.258608

Elaborado por la autora

3.3.6. *Identificación de las muestras*

Para la toma de muestras es necesario llevar un registro de las muestras del lugar en el que son tomadas, la fecha, el tipo de análisis que se va a realizar para esto se ha utilizado las normas INEN antes mencionadas. Durante el proceso de muestreo se anotó las siguientes características:

- 1) Número de muestras en orden
- 2) Fecha y la hora de la toma de muestras
- 3) Lugar del muestreo

- 4) Coordenadas Geográficas del punto de muestreo
- 5) Descripción del sitio del muestreo
- 6) Persona responsable

3.3.7. *Número de muestras*

Tabla 7

Número de muestras tomadas

Lugar de muestreo	N° de muestras		N° de muestras
	Día 1	Día 2	Día 3
Punto final de descarga de aguas residuales del cantón Puerto Quito.	3 muestras de 5 galones cada una.	3 muestras de 5 galones cada una.	3 muestras de 5 galones cada una.

Elaborado por la autora

Antes del procedimiento de la toma de muestras es necesario tener ciertas consideraciones y basarse en las normas INEN, ya sea para la obtención de las muestras, su transporte y su conservación, ya que es necesario conservar cada muestra según las indicaciones para cada parámetro.

3.3.8. *Procedimiento para la toma de muestras*

- 1) Realizar el triple lavado de las botellas que van a ser utilizadas para la recolección de las muestras.
- 2) Ingresamos la botella hasta que se llene el agua y sellamos la botella sumergida, para evitar burbujas de aire en la muestra.

- 3) Una vez sellada la botella secar en el exterior de la botella y colocar la rotulación con la información de la muestra.
- 4) Preservar la muestra según lo que requieran los parámetros que van a ser medidos.
- 5) Registro fotográfico.

3.3.9. Transporte de muestras

Para el transporte de la muestra se requiero colocar las botellas con la muestra en bolsas de basura de color rojo y se las colocó dentro de un aro el cual va a tener estática las muestras de aguas residuales domésticas. También la forma de sellado de las botellas evita agitaciones en la muestra.

3.3.10. Metodología del análisis de laboratorio

3.3.10.1. Determinación de pH

- 1) Tomamos una muestra de 100ml en un vaso de precipitación.
- 2) Con la ayuda de un pH-metro lo sumergimos en la muestra y esperamos a que el valor se estabilice.
- 3) Anotamos el valor.

3.3.10.2. Determinación de POR

- 1) Tomamos una muestra de 100ml en un vaso de precipitación
- 2) Con la ayuda de un pH de la marca Hanna Instruments, sumergimos en la muestra y esperamos que el reloj del equipo se detenga.
- 3) Anotamos el valor en mv.

3.3.10.3. Determinación de conductividad

- 1) Tomamos una muestra de 100ml en un vaso de precipitación.

- 2) Con la ayuda de un pH de la marca Hanna Instruments, lo sumergimos en la muestra y esperamos el indicador de reloj del equipo se detenga.
- 3) Anotamos en valor en us/cm.

3.3.10.4. Determinación de Oxígeno Disuelto

- 1) Tomamos la muestra recién tomada del medio, se abre la botella sin burbujas en ella, y se ingresa la sonda de membrana.
- 2) Se toma el valor en mg/L.

3.3.10.5. Determinación de Turbidez

- 1) Tomamos 10 ml de la muestra y la colocamos en el frasco que viene con el turbidímetro.
- 2) Ingresamos el equipo y tomamos lectura de los valores en unidades de NTU.

3.3.10.6. Determinación de DQO

- 1) Preparación del blanco: Colocamos 2ml de agua HTLC en el tubo de ensayo con el reactivo de dicromato de potasio de la marca Hanna Instruments.
- 2) Agitamos la muestra de arriba hacia abajo lentamente
- 3) Y colocamos el tubo de ensayo en una gravilla
- 4) Preparar la muestra en dilución con agua destilada
- 5) Ingresamos 2ml de la muestra en los reactivos de dicromato de potasio de la marca Hanna Instruments.
- 6) Agitamos de arriba hacia abajo lentamente.
- 7) y colocamos la muestra en la gravilla
- 8) colocamos el blanco en el centro de biodigestor y el resto de las muestras las colocamos alrededor del blanco a 150° C durante 120 minutos.

- 9) Después sacamos dejamos enfriar a temperatura ambiente en la gravilla.
- 10) Una vez enfriada colocamos el blanco en el fotómetro enceramos, y colocamos la muestra y medimos.

3.3.10.7. Determinación de DBO

- 1) Preparación del agua de dilución: en 1 litro de agua de dilución agregar 1 ml de cada una de las siguientes soluciones: Regulador de fosfato pH 7.2, sulfato de magnesio (**MgSO₄**), cloruro de calcio (**CaCl₂**), cloruro de hierro II (**FeCl₃**).
- 2) Colocar dilución en un vaso de precipitación de 1400 ml e introducir un imán.
- 3) Luego colocarlo en un agitador magnético con revoluciones de 4 a 6 durante 30 minutos
- 4) Colocar el agua en un balón aforado y tapar
- 5) En un frasco winkler de 300ml colocar la mitad con el agua de dilución y colocar el volumen de la alícuota que en este caso es de 5 ml de la muestra y medir con el oxímetro.
- 6) De ahí completar con el agua de dilución y tapar sin burbujas.
- 7) Colocar en la incubadora por 20 °C y medir a los 5 días.

3.3.10.8. Determinación de sólidos

Sólidos Totales

- 1) Rotular 3 crisoles y calentarlos en la estufa a 105°C durante una hora.
- 2) Enfriar los 3 crisoles en el desecador durante aproximadamente 20 minutos a temperatura ambiente.
- 3) Pesar los crisoles secos en la balanza analítica para obtener el peso A.
- 4) Colocar en los crisoles 20 ml de la muestra del agua residual que será el valor B.

- 5) Colocar en la estufa los crisoles con la muestra de 4- 6 horas a 105 °C.
- 6) Enfriar los crisoles en el desecador durante 20- 30 minutos a temperatura ambiente.
- 7) Pesar en la balanza analítica los 3 crisoles para obtener el peso C.

Fórmula para calcular Sólidos Totales

$$ST \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{C(\text{mg}) - A(\text{mg})}{B(\text{L})}$$

Sólidos Fijos (SF)

- 1) Seguimiento del proceso para determinar sólidos totales (Pasos del 1 al 7).
- 2) Colocar los crisoles en la mufla a 550 °C durante 30 minutos.
- 3) Enfriar los crisoles en el desecador a temperatura ambiente durante 30 min.
- 4) Pesar en la balanza analítica para obtener el peso final D.

Fórmula para calcular Sólidos Fijos

$$SF \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{C(\text{mg}) - A(\text{mg})}{B(\text{L})} - D(\text{mg})$$

Fórmula para calcular Sólidos Volátiles

$$Sv \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = ST \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) - SF \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

Sólidos suspendidos totales (SST)

- 1) Colocar 3 filtros de membrana cada uno en una cama de aluminio e ingresarlo en el horno a 105°C y dejarlos durante 24h para la activación de este según especificaciones del producto.
- 2) Sacar los filtros y dejarlos enfriar a temperatura ambiente en el desecador durante 25 min.
- 3) Pesar los filtros en la balanza analítica para obtener el peso A.

- 4) Obtener 50ml de la muestra de agua residual en una probeta para el valor (B) y armar el equipo de filtración la vacío.
- 5) Colocar el filtro en el equipo y filtrar los 50 ml de la muestra, repetir 2 veces más.
- 6) Retira los filtros con la muestra del equipo y colocarlos en el horno a 105°C, durante 1 hora.
- 7) Sacar y enfriar en el desecador durante 25 minutos.
- 8) Pesar los filtros con la muestra en la balanza analítica para obtener el peso C.

Fórmula para calcular Sólidos Suspendidos Totales:

$$SST \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{C(\text{mg}) - A(\text{mg})}{B(\text{L})}$$

Fórmula para calcular Sólidos Disueltos Totales:

$$SDT \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = ST \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) - SST \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)$$

Sólidos sedimentables

- 1) Agitar bien la muestra y tomar 1litro de ella.
- 2) Colocar 1 litro de la muestra en un cono Imhoff hasta llegar a 1litro
- 3) Sedimentar durante 45 minutos.
- 4) Después de ese tiempo agitar suavemente la muestra cerca de los lados del cono con el agitador.
- 5) Dejar reposar 15 minutos mas
- 6) Registra el valor de solidos sedimentados en ml/L.

3.3.11. Diseño de tanque séptico

Para el diseño del tanque séptico es necesario tomar en cuenta el tipo de suelo existente en el sector y la capacidad infiltración del mismo, su vez también la información de la población ya que dependiendo de esto se va a producir el caudal de ingreso a la fosa séptica

3.3.11.1. Diseño del tanque

Datos:

Dotación: 176.17 L/hab.d

DQO: 194 mg/L

$DBO_5 = 185$

$DBO_{10} = 128,04$

$$DQO - DBO_5 = 194 - 185$$

$$= 9$$

$$DQO - DBO_{10} = 194 - 128,04$$

$$= 65,96$$

$$t_5 = -\frac{\ln\left(\frac{50}{9}\right)}{0,0736} + 5$$

$$= -18,29 \text{ d}$$

$$t_{10} = -\frac{\ln\left(\frac{50}{65,96}\right)}{0,0736} + 10$$

$$= 13,76 \text{ d}$$

$$V = Q \times t$$

$$V = 176,17 \frac{\text{L}}{\text{hab.d}} \times 12 \text{ hab} \times 13,76 \times 0,7$$

$$V = 20362,43 \text{ L} \times \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ L}} = 20,36 \text{ m}^3$$

$$V = L \times a \times h$$

En donde:

V= volumen

L= longitud

a= ancho

h= altura

$$V = L \times \frac{L}{2} \times \frac{L}{3}$$

$$L = \sqrt[3]{6 \times 20,36 \text{ m}^3}$$

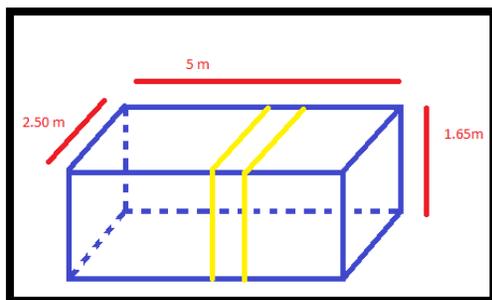
$$L = 4,96 \text{ m} \approx 5 \text{ m}$$

$$a = \frac{4,96}{2} = 2,48 \approx 2,50$$

$$h = \frac{4,96}{3} = 1,65$$

Figura 3

Vista superior de las trampas de grasas y la fosa séptica



3.3.11.2. Diseño de la criba

Datos:

$$Q = 0,000017 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$c = 0,003$$

$$g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$a = 0,40\text{m}$$

3.3.11.3. Longitud de la criba

$$L = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}}{2g} \times \left(\frac{Q}{c \cdot a}\right)^2}$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{\sqrt{2}}{2g} \times \left(\frac{0,000017 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}}{0,003 \times 0,40}\right)^2}$$

$$L = 0,02 \text{ m} \rightarrow 2 \text{ cm}$$

$$a = 0,40 \text{ m} \rightarrow 40 \text{ cm}$$

3.3.11.4. Área efectiva

$$A = L \times a$$

$$A = 2\text{cm} \times 40 \text{ cm}$$

$$A = 80\text{cm}$$

3.3.11.5. Corrección de la longitud y del ancho

$$L = 0,1 \text{ m} \rightarrow 10 \text{ cm}$$

$$a = 0,08 \text{ m} \rightarrow 8 \text{ cm}$$

3.3.11.6. Altura de la criba

$$h = \frac{L}{\sqrt{2}}$$

$$h = \frac{10\text{cm}}{\sqrt{2}}$$

$$h = 7,07 \text{ cm}$$

3.3.11.7. Número de barras

$$a = nxb + (n - 1)t$$

Datos:

$$a = 0,08 \text{ m}$$

$$b = 0,015 \text{ m}$$

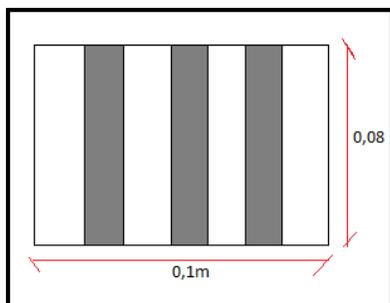
$$t = 0,025 \text{ m}$$

$$0,08 = n \times 0,015 + (n - 1)0,025$$

$$n = 2,62 \approx 3 \text{ barras}$$

Figura 4

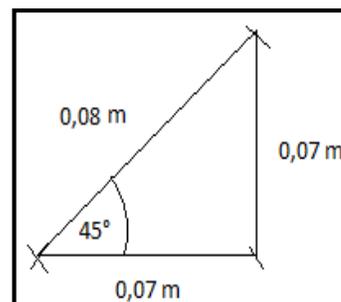
Criba vista frontal



Elaborado por la autora

Figura 5

Criba vista lateral



Elaborado por la autora

3.3.11.8. Diseño de trampa de grasas

-Volumen mínimo

$$V_{\min} = 20,36$$

-Longitud caja grande

$$L = \sqrt[3]{\frac{27 \times V}{2}}$$

$$L = \sqrt[3]{\frac{27 \times 20,36}{2}}$$

$$L = 6 \text{ m}$$

3.3.11.9. Ancho caja grande

$$a = \frac{L}{2}$$

$$a = \frac{6}{2}$$

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

3.3.11.10. Altura de caja grande

$$h = \frac{L}{3}$$

$$h = \frac{6}{3}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

3.3.11.11. Longitud caja pequeña

$$L_{cp} = \frac{2L}{3}$$

$$L_{cp} = \frac{2 \times 6 \text{ m}}{3}$$

$$L_{cp} = \frac{2 \times 6m}{3}$$

$$L_{cp} = 4 \text{ m}$$

3.3.11.12. Ancho de caja pequeña

$$a_{cp} = a$$

$$a_{cp} = 3m$$

3.3.11.13. Altura del diente

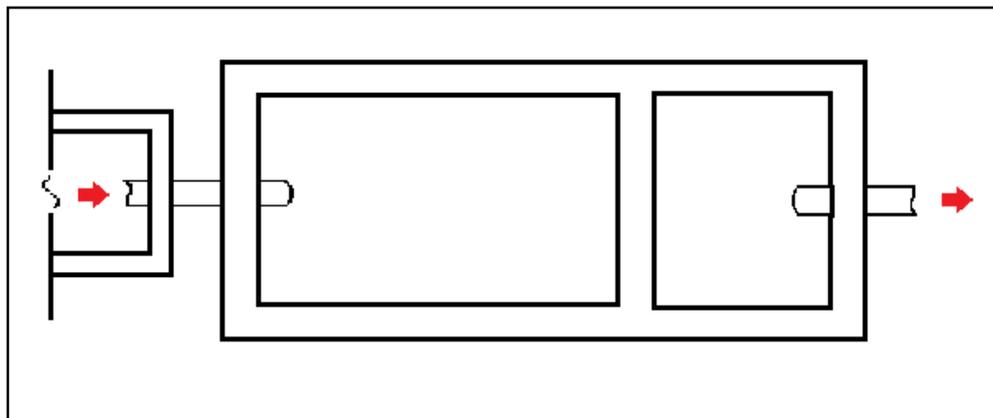
$$h_d = \frac{2 \times h}{3}$$

$$h_d = \frac{2 \times 2}{3}$$

$$h_d = 1,33m$$

Figura 6

Vista superior de las trampas de grasas y la fosa séptica



Elaborado por la autora

3.3.11.14. Sedimentador primario

Para el diseño del sedimentador primario nos basaremos en autores los cuales han experimentado diseños en condiciones climáticas muy similares a nuestro sector del proyecto. Según Metcalf y Eddy (2015), para el diseño del sedimentador primario es necesario utilizar un tiempo de retención de 15 minutos. Por lo tanto, el volumen determinado será un volumen distinto al de antes calculado, debido al cambio de su tiempo de retención.

$$V = Q \times t \times R$$

$$V = 0,00102762 \times 15$$

$$V = \mathbf{0,0154 \text{ m}^3}$$

-Dimensionamiento

$$L = 5h = 2 \text{ a}$$

$$V = a \times L \times h$$

$$V = \frac{L}{2} \times L \times \frac{L}{5}$$

$$L = \sqrt[3]{10 \times V}$$

$$L = \sqrt[3]{10 \times 0,0154 \text{ m}^3}$$

$$L = 0,536 \text{ m}$$

$$a = \frac{L}{2}$$

$$a = \frac{0,536}{2}$$

$$a = 0,268 \text{ m}$$

$$h = \frac{L}{5}$$

$$h = \frac{0,536}{5}$$

$$h = 0,1072\text{m}$$

-Tolva

$$M = L \times \text{tg } 40^\circ$$

$$M = 0,536 \text{ m} \times \text{tg } 40^\circ$$

$$M = 0,536 \text{ m} \times \text{tg } 40^\circ$$

$$M = 0,45 \text{ m}$$

-Volumen de la tolva

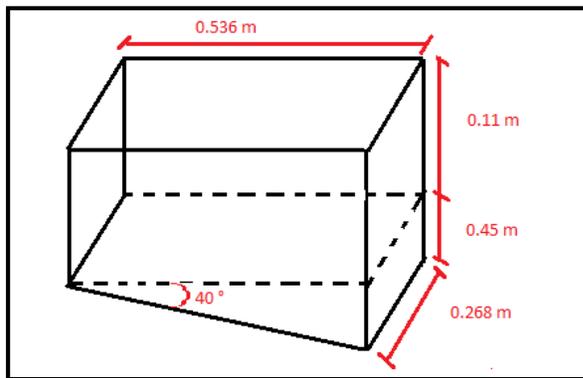
$$V = \frac{M \times L}{2} \times a$$

$$V = \frac{0,536 \text{ m} \times 0,45 \text{ m}}{2} \times 0,268\text{m}$$

$$V = 0,0323\text{m}^3$$

Figura 7

Sedimentador primario



Elaborado por la autora

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados de los análisis Físico-Químicos realizados en el laboratorio.

Los muestreos se realizaron en los días 9, 11 y 13 del mes de mayo, en 3 horas distintas las cuales fueron a las 8:00 am, 12:00 am y 14:00 pm, y para su determinación se realizó los análisis 24 horas después de la toma de su muestra para el día de ingreso, mientras que para los 3 distintos tratamientos, se ha tomado las muestras después de 5 días de retención, 10 días de retención, y 15 días de retención.

4.1.1. Análisis Físico-Químicos del Primer Muestreo.

En las tablas 1,5, y 2 se representan los resultados del primer muestreo realizado el día 9 de mayo, en donde se tomó las muestras a las 8: 00 am, 12 00am, y 14:00 pm, durante la fase experimental.

Tabla 8

Resultados del análisis Físico-Químicos en el primer muestreo

Parámetros	Unidades	R1	R2	R3	Promedio
DQO	mg/L	105	112	128	115
pH		6.56	7.13	7.70	7.13
T	°C	21.8	21.2	21.5	21.5
POR	mV	-67	-56	-70	-64.33
Conductividad	uS/cm	417	412	416	415

Parámetros	Unidades	R1	R2	R3	Promedio
OD	mg/L	1.35	1.33	1.28	1.32
Turbidez	NTU	48.3	48.9	47.7	48.3
Sólidos totales	mg/L	240	257	268	255
Sólido Fijos	mg/L	96.93	97.63	98.33	97.63
Sólidos volátiles	mg/L	158.36	156.54	157.21	157.37
Sólidos sedimentables	mg/L	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	23.85	24.7	23.45	24
Sólidos disueltos totales	mg/L	277.6	261.7	264.7	268

Elaborado por la autora

En la tabla 8 se presenta el número de repeticiones que se realizó durante la práctica de laboratorio en la toma de medidas de cada parámetro, esto con el fin de reducir el error en el valor recibido.

4.1.2. Análisis Físico-Químicos del segundo muestreo.

Tabla 9

Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días.

Parámetros	Unidades	R1	R2	R3	Promedio
DQO	mg/L	178	158.56	167.44	168
pH		6.12	5.80	7.37	6.43
T	°C	21.78	21.79	21.23	21.6
POR	mV	-99	-79	-83	-87
Conductividad	uS/cm	505	335	435	425
OD	mg/L	1.89	2.08	2.27	2.08
Turbidez	NTU	70	61	52	61
Sólidos totales	mg/L	385.85	315.56	453.59	385
Sólido Fijos	mg/L	117	121	125	121
Sólidos volátiles	mg/L	268.85	194.56	328.59	264
Sólidos sedimentables	mg/L	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	30.85	32	33.15	32

Parámetros	Unidades	R1	R2	R3	Promedio
Sólidos disueltos	mg/L	353	381	385	373
totales					

Elaborado por la autora

4.1.3. Análisis Físico-Químicos del tercer muestreo.

Tabla 10

Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días.

Parámetros	Unidades	R1	R2	R3	Promedio
DQO	mg/L	280	303	314	299
pH		5.80	6.12	5.96	5.96
T	°C	23.6	20.3	23	22.3
POR	mV	-111	-87	-93	-97
Conductividad	uS/cm	457	476	489	474
OD	mg/L	2.50	1.75	2.20	2.15
Turbidez	NTU	65	71	77	71
Sólidos totales	mg/L	515	533	542	530
Sólido Fijos	mg/L	171.72	181	191.36	181.36
Sólidos volátiles	mg/L	343.28	352	350.64	348.64

Parámetros	Unidades	R1	R2	R3	Promedio
Sólidos sedimentables	mg/L	-	-	-	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	49	57	68	58
Sólidos disueltos totales	mg/L	403	419	423	415

Elaborado por la autora

4.1.4. Promedio del muestreo antes de la aplicación de los tratamientos.

Tabla 11

Resultados del análisis Físico-Químicos antes de someterse a los 3 tratamientos.

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo
DQO	mg/L	194
pH		6.43
T	°C	21.8
POR	mV	-82.77
Conductividad	uS/cm	438
OD	mg/L	1.85
Turbidez	NTU	61.1

Parámetros	Unidades	Punto de muestreo
Sólidos totales	mg/L	390
Sólido Fijos	mg/L	1333.33
Sólidos volátiles	mg/L	256.66
Sólidos sedimentables	mg/L	-
Sólidos suspendidos totales	mg/L	38
Sólidos disueltos totales	mg/L	352

Elaborado por la autora

4.2. Resultados de Análisis de Pruebas de Tratabilidad.

4.2.1. Prueba de tratabilidad del primer muestreo

Tabla 12

Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días

Parámetros	Unidades	5 Días	10 Días	15 Días
DBO	mg/L	102	88	38
DQO	mg/L	115	90	43
Sólidos totales	mg/L	162	98	78
Sólidos suspendidos totales	mg/L	16	7.6	5

Elaborado por la autora

4.2.2. Prueba de tratabilidad del segundo muestreo

Tabla 13

Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días.

Parámetros	Unidades	5 Días	10 Días	15 Días
DBO	mg/L	157	110	87
DQO	mg/L	168	122	93
Sólidos totales	mg/L	348	318	260
Sólidos suspendidos	mg/L	18.67	11.75	9.43
totales				

Elaborado por la autora

4.2.3. Prueba de tratabilidad del tercer muestreo

Tabla 14

Resultados del análisis Físico- Químicos con un tiempo de retención de 10 días

Parámetros	Unidades	5 Días	10 Días	15 Días
DBO	mg/L	296	186.1	140.9
DQO	mg/L	299	193	158
Sólidos totales	mg/L	445	395	325
Sólidos suspendidos	mg/L	21.3	14.65	11.65
totales				

Elaborado por la autora

4.2.4. Promedio de las pruebas de tratabilidad de los 3 muestreos.

Tabla 15

Resultados del análisis Físico- Químicos

Tiempo de retención	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	pH	T (°C)	POR (mv)	OD (mg/L)	Turbidez (NTU)
5 días	185	135	7.22	18	170	1.28	10.1
10 días	128.04	98	8.85	16.5	121	1.22	6.33
15 días	88.62	65	6.83	22.50	103	2.49	2.59
Noma 097-A	100	200	-	Condición natural ± 3	-	-	-

Elaborado por la autora

En la tabla 15 se presenta los resultados de los análisis físico- químicos realizados en el laboratorio de las muestras sometidas a los 3 distintos tiempos de retención que fueron: 5, 10 y 15 días.

Las variables que son exigidas a cumplir por parte de la normativa ambiental legal son: la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), la demanda química de oxígeno (DQO), solidos totales (ST), solidos suspendidos totales (SST).

Los resultados obtenidos se comparan con el Acuerdo 097 A Reforma del TULSMA, en el libro VI, Anexo 1- Norma de Calidad Ambiental y de descargas de efluentes, en la tabla N° 9, en

donde se puede determinar que los valores de DBO en los 5,10 días no cumplen con la norma de descargas, mientras el de los 15 días si llega a cumplir con la normativa vigente, por otro lado la demanda química de oxígeno (DQO), cumple con la norma desde los 5 días de retención, pero para que todos los valores estén dentro del rango de cumplimiento se opta por tomar como mejor tratamiento el tiempo de retención de 15 días..

Tabla 16

Resultados del análisis Físico- Químicos en los 3 tratamientos

Tiempo de retención	Conductividad	ST	SF	SV	SST	SDT	SS
5 días	439	318.33	113.53	204.8	18.67	299.66	1.35
10 días	462	275	101.2	173.8	11.33	263.67	1.4
15 días	523	250	96	154	8	242	1.45
Noma 097-A	-	1600	-	-	130	-	-

Elaborado por la autora

Los resultados de la tabla 16, de los sólidos totales de la muestra de 5, 10 y 15 días obtenidos en el laboratorio reflejan que los valores cumplen con la norma y se toma como el mejor tratamiento el tiempo de retención de 15 días.

Después de los análisis de laboratorio es necesario saber la eficiencia de remoción que tuvo cada tratamiento, para poder determinar si efectivamente el mejor tratamiento es el del tiempo de retención de 15 días.

4.2.5. Eficiencia de remoción de las variables para el cumplimiento de la norma.

Eficiencia de DBO

$$DQO = \frac{DQO_i - DQO_{15d}}{DQO_i} * 100$$

Eficiencia de DQO

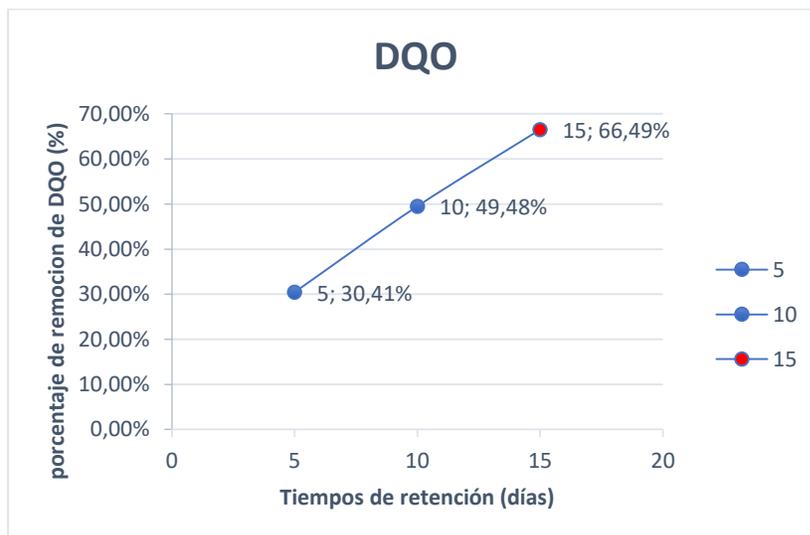
$$DQO = \frac{DQO_i - DQO_{15d}}{DQO_i} * 100$$

$$DQO = \frac{194 - 65}{194} * 100$$

$$DQO = 66,49\%$$

Figura 8

Resultados de remoción de DQO en tiempos de retención de 5, 10 y 15 días.



Elaborado por la autora.

En la gráfica 8 se puede observar que el tiempo óptimo para la determinación de la demanda química es de 15 días.

Eficiencia de ST

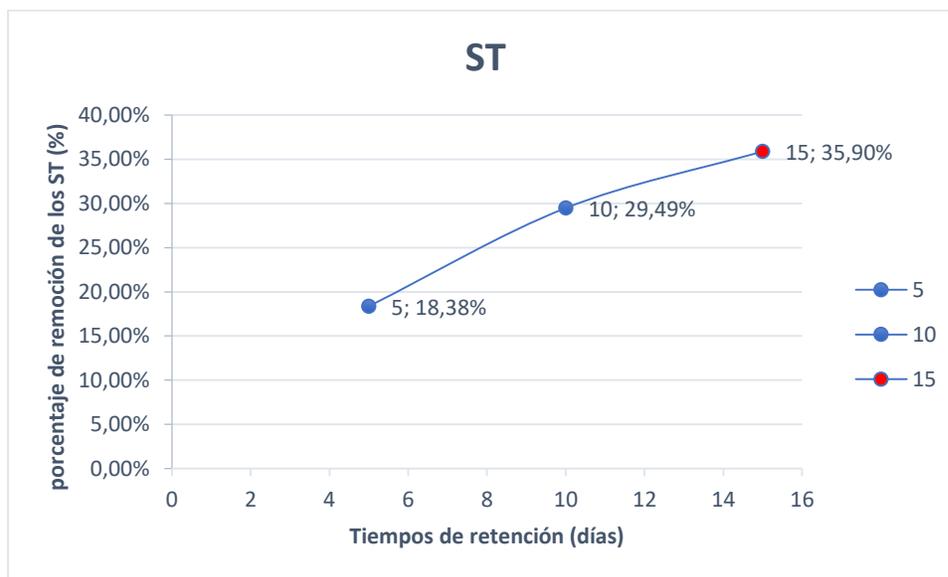
$$ST = \frac{ST_i - ST_{15d}}{ST_i} * 100$$

$$ST = \frac{390 - 250}{390} * 100$$

$$ST = 35,89\%$$

Figura 9

Resultados de remoción de ST en tiempos de retención de 5, 10 y 15 días.



Elaborado por la autora.

En la gráfica 9 se puede observar que el tiempo óptimo para la remoción de sólidos totales es de 15 días.

Eficiencia de SST

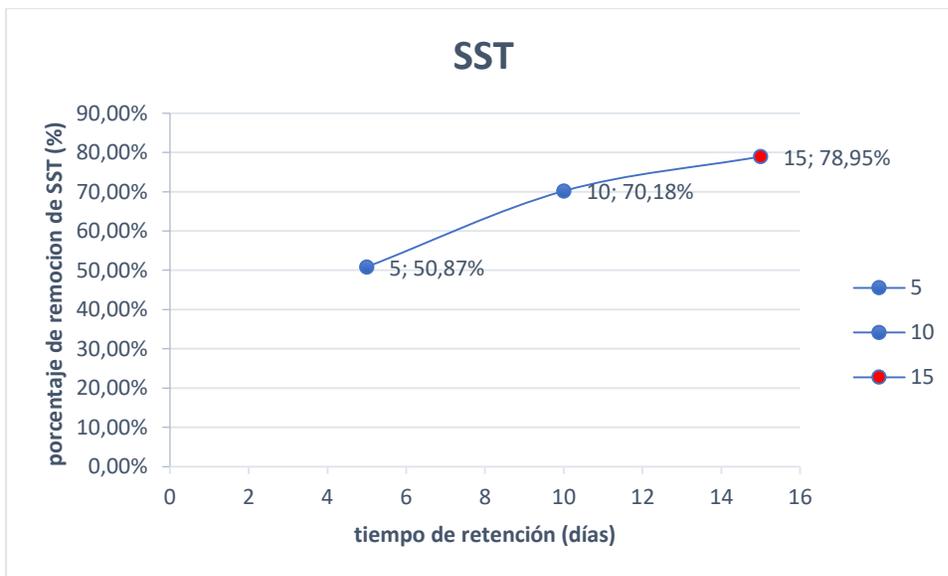
$$SST = \frac{SST_i - SST_{15d}}{SST_i} * 100$$

$$SST = \frac{38 - 8}{38} * 100$$

$$SST = 78,94\%$$

Figura 10

Resultados de remoción de SST en tiempos de retención de 5, 10 y 15 días



Elaborado por la autora.

En la gráfica 10 se puede observar que el tiempo óptimo para la remoción de sólidos suspendidos totales es de 15 días.

Los resultados presentados en cuanto a la eficiencia de los tratamientos se obtuvieron que el tratamiento con mayor eficiencia es con un tiempo de 15 días de retención, con valores de DBO= , DQO= 66,49%, 35,90%, SST= 78,95%.

4.3. Resultados de Análisis Estadísticos con el Programa INFOSTAT

4.3.1. Resultados del análisis de pruebas de tratabilidad del primer muestreo

Para el análisis estadístico se utilizó el software INFOSTAT, en donde se comprobó la homogeneidad de las varianzas con respecto a los parámetros de la demanda química de oxígeno (DQO), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos totales (ST) y sólidos suspendidos totales (SST), los cuales nos van a permitir saber si cumplen con la normativa Ecuatoriana de Calidad Ambiental y descarga de efluentes en los recursos de agua dulce.

Para esta prueba se tomó en cuenta el nivel crítico (p-valor), en donde nos podrá ayudar a identificar el rechazo y la aceptación de la hipótesis nula. Para esto tenemos que si el p-valor es mayor 0,05 se acepta la hipótesis nula, pero si el p-valor es menor 0,05 se rechaza la hipótesis nula.

Para el ANOVA, y la remoción de contaminantes se utilizó 3 tratamientos distintos en donde se planteó las siguientes hipótesis.

$$\mathbf{H_0: T1 = T2 = T3 = \dots = T_n}$$

$$\mathbf{H_1: T1 \neq T2 \neq T3 \neq \dots \neq T_n}$$

En donde la hipótesis nula (H₀), presenta igualdad en los tratamientos, mientras que la hipótesis alterna (H₁), presenta la hipótesis que al menos uno de los tratamientos presente diferencias con respecto a los otros.

Prueba de varianza para DBO

H₀: Presenta valores de DBO iguales en los 3 tratamientos.

H1: Presenta valores de DBO distintos en los 3 tratamientos.

Tabla 17

Resultados del análisis de varianza para los DQO.

Pruebas de los efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: DBO (mg/L)					
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	Significancia p- valor
Tiempo de retención	14087,48	2	7043,74	8,16	0,0368
Repeticiones	27132,01	2	2527,96	15,71	0,0128
Error	3454,03	4	5057,93	-	-
Total	44673,51	8	-	-	-

Elaborado por la autora

El p- valor de la significancia muestra resultados menores al 0,05, lo que significa que se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alterna, en donde al menos 1 tratamiento es distinto con el resto.

Prueba Tukey

Tabla 18

Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados en la DBO.

	Media	Grupos Tukey		
Tiempos de retención	DBO	1	2	3
5 Días	185	A		
10 Días	128	A	B	
15 Días	88,62		B	

Elaborado por la autora

Como se aceptó la hipótesis en donde al menos 1 tratamiento es diferente al resto se ha aplicado la prueba Tukey, en donde se identifica que los tratamientos de 5 y 10 días pueden llegar a ser iguales estadísticamente, pero son diferentes numéricamente.

En donde el tratamiento con mayor valor numérico de DBO es el de 5 días, dejando un valor mínimo de DBO al tratamiento de los 15 días.

Tabla 19

Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de la DBO.

	Media	Grupos Tukey		
Repeticiones	DBO	1	2	3
3	207,65	A		

	Media	Grupos Tukey
2	118	B
1	76,01	B

Elaborado por la autora

Prueba de varianza para DQO

Ho: Presenta valores de DQO iguales en los 3 tratamientos.

H1: Presenta valores de DQO distintos en los 3 tratamientos.

Tabla 20

Resultados del análisis de varianza para los DQO.

Pruebas de los efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: DQO (mg/L)					
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	Significancia p- valor
Tiempo de retención	14066	2	7033	12,51	0,0190
Repeticiones	27902	2	13951	24,82	0,0056
Error	2248	4	562	-	-
Total	44216	8	-	-	-

Elaborado por la autora

Los valores de significancia son menores a 0,05, lo cual también rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis en donde al menos 1 tratamiento presenta valores de DBO diferente a los otros.

Tabla 21

Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados en la DQO.

Tiempos de retención	Media	Grupos Tukey		
	DBO	1	2	3
5 Días	194	A		
10 Días	135	A	B	
15 Días	98		B	

Elaborado por la autora

Se puede observar que los tratamientos a los 5 días y 10 Días, pueden llegar a tener valores de DBO casi similares estadísticamente y diferentes numéricamente, a su vez que los 3 tratamientos tienen medias significativamente diferentes.

También se puede observar que el valor más bajo en las medias presentadas es el valor de DBO en el tratamiento con un tiempo de retención de 15 días.

Tabla 22*Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de la DQO.*

Repeticiones	Media	Grupos Tukey		
	DBO	1	2	3
3	207,65	A		
2	118		B	
1	76,01		B	

*Elaborado por la autora***Prueba de varianza para ST****Ho: Presenta valores de ST iguales en los 3 tratamientos.****H1: Presenta valores de ST distintos en los 3 tratamientos.****Tabla 23***Resultados del análisis de varianza para los ST*

Pruebas de los efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: ST (mg/L)					
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	Significancia p- valor
Tiempo de retención	14211,56	2	7105,78	31,29	0,0036

Pruebas de los efectos Inter sujetos

Variable dependiente: ST (mg/L)

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	Significancia p- valor
Repeticiones	120754,89	2	60377,44	265,85	0,0001
Error	908,44	4	227,11	-	-
Total	135874,89	8	-	-	-

Elaborado por la autora

Los resultados de p-valor muestran una significancia menor al 0,05 lo cual acepta la hipótesis alterna, en donde presenta valores distintos de solidos totales, los 3 tratamientos mostrando que al menos 1 tratamiento de estos es diferente al resto.

Prueba Tukey

Tabla 24

Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados a los ST

Tiempos de retención	Media	Grupos Tukey		
	ST	1	2	3
5 Días	318,33	A		
10 Días	270,33		B	
15 Días	221			C

Elaborado por la autora

Con la prueba Tukey podemos observar que los valores de sólidos totales de los tratamientos de 5, 10 y 15 días de retención son significativamente diferentes entre sí, tomando la media más alta al tratamiento a los 5 días de retención, y dejando con la media más baja al tratamiento con 5 días de retención.

Tabla 25

Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de los ST.

Repeticiones	Media	Grupos Tukey		
	ST	1	2	3
3	388,33	A		
2	308,67		B	
1	112,67			C

Elaborado por la autora

Prueba de varianza para SST

H₀: Presenta valores de SST iguales en los 3 tratamientos.

H₁: Presenta valores de SST distintos en los 3 tratamientos.

Tabla 26*Resultados del análisis de varianza para los SST.*

Pruebas de los efectos Inter sujetos					
Variable dependiente: SST (mg/L)					
Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media Cuadrática	F	Significancia p- valor
Tiempo de retención	160,31	2	80,15	246,48	0,0001
Repeticiones	60,44	2	30,22	92,94	0,0004
Error	1,30	4	0,33	-	-
Total	222,05	8	-	-	-

Elaborado por la autora

En las pruebas de los sólidos suspendidos totales referente a los 3 tipos de tratamientos observamos el valor de significancia es menos 0,005 aceptando la hipótesis en donde se presenta valores de los sólidos suspendidos totales diferentes en los tratamientos.

Prueba Tukey

Tabla 27

Resultados de la prueba Tukey para los tratamientos aplicados en los SST.

	Media	Grupos Tukey		
Tiempos de retención	ST	1	2	3
5 Días	18,67	A		
10 Días	11,33		B	
15 Días	8,70			C

Elaborado por la autora

Con la prueba Tukey podemos observar que los 3 tratamiento son significativamente diferentes, teniendo una media alta al tratamiento con un tiempo de retención de 5 días, y la media más baja en el tratamiento de 15 días de retención.

Tabla 28

Resultados de la prueba Tukey para las repeticiones de los SST.

	Media	Grupos Tukey		
Repeticiones	ST	1	2	3
3	15,87	A		
2	13,28		B	
1	9,55			C

Elaborado por la autora

Mediante la prueba Tukey, se determinó que existe diferencias en los 3 tratamientos implementados, en donde los valores más altos se dieron en el tratamiento 1 con un tiempo de retención de 5 días, mientras que los valores más bajos de remoción se dieron en el tratamiento 3 con 15 días de retención.

4.3.2. Evaluación de impacto ambiental

Tabla 29

Matriz de Importancia

		MATRIZ DE IMPORTANCIA																																		
N°	Impactos ambientales	NATURALEZA		INTENSIDAD (I)			EXTENSIÓN (EX)		MOMENTO (MO)			PERSISTENCIA (PE)		REVERSIBILIDAD (RV)			RECUPERABILIDAD (MC)			SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		EFECTO (EF)		PERIODICIDAD (PR)		IMPORTANCIA								
		Impacto positivo (+)	Impacto negativo (-)	Muy alta (8)	Alta (4)	Media (2)	Baja (1)	Puntual (1)	Local (2)	Regional (4)	Largo plazo (1)	Mediano plazo (2)	Corto plazo (4)	Fugaz(1)	Temporal (2)	permanente(4)	Corto plazo (1)	Mediano plazo (2)	irreversible (4)	Inmediato (1)	Recuperable (2)	Mitigable (4)	Irrecuperable(8)	Sin sinergismo (1)	Sinérgico (2)	Muy sinérgico (4)	Simple (1)	Acumulativo (4)	Indirecto (1)	Directo (4)	Irregular (1)	Periódico (2)	Continuo (4)	INDICE DE IMPORTANCIA	CATEGORIA	
1	Contaminación de vías por efectos de aumento de material particulado	-				1		2				4			2			2					1			4		4	1					-23		
2	Cierre temporal del tráfico peatonal y vehicular	+				1	1					4			2		1					4			2		1	1			2				19	
3	Mejoramiento de la resistencia del suelo	+			2			2				2			2			4			4			4		4		4	2						30	
4	Contaminación por fugas o derrames en el nivel freático	-			2		1			1					2		2			2				2		4		4			4				-24	
5	Alteración de la calidad de vida la comunidad	+			2		1			1				4		2			2				2		1			4	2						21	
6	Generación de empleo	+			2		1				4		2	1					2				2		1			4	2						21	
7	Rehabilitación de áreas verdes.	+		4				2		1				2				4	1				2			4		4	2						26	
8	Conocimiento de beneficios de un sistema de recolección de aguas residuales	+			2		1				2			2		1				2			2			4		4	1						21	
9	Emanación de olores	-		4				2		1				2		2				2				2		4		4			4				-27	

Elaborado por la autora

3.1.1. Metodología de evaluación por fases de construcción con matriz de importancia.

Tabla 30

Matriz de importancia para el retiro de la vegetación.

Elementos para alterar	Fase de construcción de la obra											Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
	Retiro de vegetación														
	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC					
Calidad del suelo	6	8	2	2	1	2	4	4	4	2	Moderado	-	35		
Presión sonora	3	2	4	1	1	1	1	4	1	1	compatible	-	19		
Vegetación natural	6	4	2	1	2	1	1	4	1	2	compatible	-	24		
Especies amenazadas	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	compatible	-	17		
Paisajes atractivos naturales	3	2	2	1	2	1	1	1	1	1	compatible	-	15		
Seguridad y salud laboral	3	2	4	2	1	2	1	1	1	1	compatible	-	18		
Empleo	3	2	2	1	2	1	1	4	2	2	compatible	+	20		

Elaborado por la autora

Tabla 31

Matriz de importancia de la excavación para la construcción de la obra.

Elementos a ser alterados	Fase de construcción de la obra											Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
	Excavación para la construcción de la obra														
	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC					
Calidad del suelo	6	8	2	2	1	2	4	4	4	2	Moderado	-	35		
Calidad del aire	6	4	2	2	1	2	4	4	4	2	Moderado	-	31		
Presión sonora	3	2	4	1	1	1	1	4	1	1	compatible	-	19		
Vegetación natural	6	4	2	1	2	1	1	4	1	2	compatible	-	24		
Seguridad y salud laboral	3	2	4	2	1	2	1	1	1	1	compatible	-	18		
Empleo	3	2	2	1	2	1	1	4	2	2	compatible	+	20		

Elaborado por la autora

Tabla 32*Matriz de importancia para la movilización de equipos y personal.*

Fase de construcción de la obra														
Movilización de Equipos y Personal														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Presión sonora	12	2	4	1	1	2	1	4	1	1	Moderado	-	29	
Seguridad y Salud laboral	6	2	4	1	1	2	1	4	1	1	Moderado	-	23	
Empleo	6	2	2	1	2	1	1	4	1	1	compatible	+	21	

*Elaborado por la autora***Tabla 33***Matriz de importancia para el transporte de los materiales.*

Fase de construcción de la obra														
Transporte de materiales														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Calidad del aire	6	2	4	1	1	1	1	4	1	1	Moderado	-	22	
Presión sonora	6	2	4	1	1	2	1	4	1	1	Moderado	-	23	
Empleo	6	2	2	2	2	2	4	4	2	1	compatible	+	27	

Elaborado por la autora

Tabla 34*Matriz de importancia para el mantenimiento de equipos y maquinarias.*

Fase de construcción de la obra														
Mantenimiento de equipos y maquinaria														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Seguridad y Salud laboral	6	2	1	1	1	2	1	1	1	1	Moderado	-	17	
Empleo	6	2	4	1	1	2	4	4	2	1	compatible	+	27	

*Elaborado por la autora***Tabla 35***Matriz de importancia de la construcción de la obra.*

Fase de Construcción de la obra														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Calidad del agua	6	4	2	2	2	2	4	4	1	2	Moderado	-	29	
calidad del aire	6	4	2	2	4	2	4	4	1	4	Moderado	-	33	
Presion Sonora	12	4	2	2	2	4	1	4	1	2	Moderado	-	34	
Vegetación natural	6	2	4	2	2	2	1	1	1	2	compatible	-	23	
Especies amenazadas	3	4	4	2	2	2	1	1	1	1	compatible	-	21	
Vistas, paisajes atractvos	6	2	2	2	4	1	1	1	1	2	compatible	-	22	
Vida cotidiana	6	2	2	2	2	1	1	1	1	4	compatible	-	22	
Seguridad y Salud ocupacional	3	4	2	2	2	2	1	1	1	1	Moderado	-	19	
Empleo	6	8	4	2	2	2	4	4	2	4	Moderado	+	38	

Elaborado por la autora

Tabla 36*Matriz de importancia del desalojo de escombros de materiales.*

Fase de construcción de la obra														
Desalojo de escombros de materiales														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Calidad del suelo	12	4	1	2	2	1	4	1	1	2	Moderado	-	30	
Presion Sonora	6	2	4	1	1	2	4	4	1	2	Moderado	-	27	
Vida cotidiana	3	4	2	1	1	2	1	4	1	1	compatible	-	20	
Seguridad y Salud ocupacional	3	4	2	2	1	2	1	4	1	1	Moderado	-	21	
Empleo	6	4	4	2	2	2	4	4	1	2	Moderado	+	31	

*Elaborado por la autora***3.1.2. Metodología de evaluación por fase de operación con matriz de importancia.****Tabla 37***Matriz de importancia de la operación de la fosa séptica.*

Fase de operación														
Operación de la Fosa séptica														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Calidad del aire	6	4	2	2	2	2	4	4	2	2	Moderado	-	30	
calidad del agua	6	4	2	2	2	1	4	4	2	2	Moderado	-	29	
Empleo	3	4	2	2	2	1	4	4	2	2	Moderado	+	26	

*Elaborado por la autora***Tabla 38***Matriz de importancia para el mantenimiento de unidades.*

Mantenimiento de unidades														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Calidad del agua	3	4	2	2	2	2	4	4	1	1	Compatible	-	25	
Presión sonora	6	2	4	1	1	1	1	4	1	2	Compatible	-	23	
Seguridad y Salud laboral	3	4	4	3	1	1	1	4	1	1	Compatible	-	23	
Empleo	6	4	4	3	1	1	1	4	2	4	Moderado	+	30	

Elaborado por la autora

Tabla 39

Matriz de importancia de la colocación de barreras vegetales.

Colocación de barreras vegetales														
Elementos a ser alterados	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
Calidad del aire	6	2	2	2	2	2	4	4	2	1	Compatible	-	27	
Seguridad y Salud laboral	6	1	1	2	2	1	1	4	1	1	Compatible	-	20	
Empleo	3	2	4	1	1	1	1	4	4	4	Moderado	+	25	

Elaborado por la autora

3.1.3. Metodología de evaluación por fase de abandono con matriz de importancia.

Tabla 40

Matriz de importancia del desmontaje de equipos.

Elementos a ser alterados	Fase de abandono											Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
	Desmontaje de equipos														
	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC					
Presión sonora	6	4	2	2	2	2	4	4	1	2	Compatible	-	29		
Seguridad y Salud laboral	6	2	2	2	1	1	1	4	1	2	Compatible	-	22		
Empleo	3	4	4	1	1	1	1	4	1	2	Moderado	+	22		

Elaborado por la autora

Tabla 41

Matriz de importancia del relleno de obras excavadas.

Elementos a ser alterados	Relleno de obras excavadas											Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC					
Calidad del suelo	3	4	2	2	2	1	1	4	1	2	Compatible	-	22		
Visita a paisajes	3	4	4	2	1	2	4	1	1	2	Compatible	-	24		
Empleo	3	4	4	2	2	2	1	1	1	2	Moderado	+	22		

Elaborado por la autora

Tabla 42*Matriz de importancia de la reforestación.*

Elementos a ser alterados	Reforestación											Naturaleza	Signo	Importancia	Observación
	3 I	2 EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC					
Vegetación natural	6	1	1	3	2	1	1	4	1	1	Compatible	-	21		
Empleo	6	2	4	2	2	2	1	1	1	2	Moderado	+	23		

Elaborado por la autora

- **Se determinó que la implementación de la fosa séptica en los hogares de la zona rural del cantón de Puerto-Quito produce un impacto bajo a moderado en cada una de sus etapas de construcción, operación y fase de abandono.**

4.4. Discusión

En base a los resultados de $DBO_5 = 88,62$; $DQO = 265$; $ST = 250$; $SST = 8$, donde la DBO_5 no llega a cumplir con los límites máximos permisibles establecidos en (Acuerdo Ministerial No. 097A , 2015), debido a que el tiempo de retención en el tratamiento no es suficiente para permitir que los valores de DBO alcance la norma establecida, sin embargo, dentro del período de tiempo evaluado de los 15 días, la valoración del agua si evidenció datos que cumplen con la norma. A su vez, los sólidos presentes en la muestra disminuyeron considerablemente, por motivo de que las partículas con mayor tamaño, es decir las más pesadas tienden a sedimentarse más rápido que las partículas pequeñas suspendidas.

En cuanto al impacto ambiental generado por la construcción, operación y cierre de la fosa séptica, se obtuvo una categoría de impacto bajo- moderado, similar a la calificación que se obtuvo

en otros estudios donde la fosa séptica fue implementada en la Sierra ecuatoriana (Ludeña, 2021), determinando que su aplicación in situ no produce impactos ambientales potencialmente dañinos o severos.

La eficiencia de remoción de DQO y SST del proyecto de aplicación muestra eficiencias altas de hasta el 70%, similares a los resultados obtenidos en otros proyectos como (Lucho et al., 2015), los cuales también removieron una gran cantidad de contaminantes, a pesar de que su diseño se basa en el programa de FOSEP TOOL, modelo que utiliza similares dimensiones para la elaboración de las bases, que en comparación con el problema en estudio, establece una proporción del valor del largo como el doble de su ancho.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- De acuerdo con los valores obtenidos en laboratorio, se identificó a las variables de: tiempo de retención como una variable independiente, mientras que, a la demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno, sólidos totales y sólidos suspendidos totales, fueron determinados como variables dependientes, ya que estos cambiaron en función del transcurso del tiempo de retención, lo cual permitió observar la cantidad de contaminantes que se fueron depurando.
- El análisis de los datos experimentales del diseño de la fosa séptica permitió establecer un sistema con 2 cámaras, 1 criba, 1 trampa de grasas y 1 sedimentador primario con su respectiva tolva.
- En función del análisis de los datos experimentales se determina que el mejor tiempo de retención para depurar contaminantes en la fosa séptica es de 15 días, cumpliendo así el sistema con la normativa legal vigente.

- De acuerdo con los resultados obtenidos de la matriz de importancia, se determinó que la implementación de la fosa séptica en los hogares rurales de Puerto Quito es una buena alternativa de uso, ya que no genera impactos ambientales severos.

5.2. Recomendaciones

Una vez propuesto el proyecto se recomienda considerar los factores físicos, y climáticos del sector en donde se va a llevar a cabo el proyecto, ya que de eso dependerá el tratamiento y funcionamiento de la fosa séptica.

Se recomienda que se tome en cuenta en la construcción de los tanques sépticos sea con materiales como hormigón armado, ya que este tendrá una vida útil de 10 años.

Se recomienda la socialización del proyecto, para el adecuado manejo del sistema.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Acuerdo Ministerial 097A, 01 de agosto de 2019, https://www.ministeriodegobierno.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/06/acuerdo_ministerial_nro_0097_costeo_para_seguridad_privada_sign.pdf
- Beeken, J. (1991). Constitución de la República del Ecuador 2008. In *Toegepaste Taalwetenschap in Artikelen* (Vol. 40, pp. 169–175). <https://doi.org/10.1075/ttwia.40.16bee>
- Bustos, J. (2019). *EXPERIENCIAS Y TRAYECTORIAS ENTORNO DE LA SALUD, LA INTERCULTURALIDAD, LA ATENCIÓN SANITARIA Y RELACIÓN MÉDICO PACIENTE. CENTRO DE SALUD PUERTO QUITO TIPO C. CANTÓN PUERTO QUITO. PROVINCIA PICHINCHA. 2018-2019*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.
- Carrera, W. (2015). *ISEÑO DE UNA PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA EL ORDENAMIENTO TURÍSTICO DEL CANTÓN PUERTO QUITO; PICHINCHA, 2015*. UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR.
- Censo, I. N. de estadística y. (2010). *Resultados del Censo 2010* (Vol. 5, Issue 1, p. 14).
- Centro de Escritura Javeriano. (2020). Normas APA, séptima edición. Pontificia Universidad Javeriana, seccional Cali. <https://www2.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manual-de-normas-apa-septima-edicion#gsc.tab=0%C2%A0>
- Código Orgánico del Ambiente. (2017, 12 de abril). Ministerio del Ambiente. art 3- art 758. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Conesa, V. (1997). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. In *Mundi-*

Prensa: Vol. No 3 (Issue 2). <http://www.sinab.unal.edu.co/?q=node/46>

Constitución de la república del Ecuador. (2008, 20 de octubre). Asamblea Nacional Constituyente. Art 14-276

https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

Cueva, S., y Eras, D. (2021). *DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA POBLACIÓN DE LA CABECERA CANTONAL DE PUERTO QUITO, CANTÓN PUERTO QUITO, PROVINCIA DE PICHINCHA* (Issue 1996). UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA.

Gómez, M. (2021). Universidad estatal del sur de manabí. In *Comercio electronico en tiempos de pandemia Covid-19 como estrategia de comercializacion para las microempresas de la ciudad de jipijapa*. UNIVERSIDAD ESTATAL DEL SUR DE MANABÍ.

Guevara, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (2020). Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción). *Revista Científica Mundo de La Investigación y El Conocimiento*, 4(3), 163–173. [https://doi.org/10.26820/recimundo/4.\(3\).julio.2020.163-173](https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(3).julio.2020.163-173)

Guzamán, S. (2020). PROPUESTA DEL PLAN DE DESARROLLO LOCAL PARA EL CANTÓN PUERTO QUITO, PERIODO 2016-2020 [UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR]. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 4, Issue 1). <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/mdl-20203177951%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0887-9%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s41562-020-0884-z%0Ahttps://doi.org/10.1080/13669877.2020.1758193%0Ahttp://sersc.org/journals/index>

.php/IJAST/article

Lucho, C., Medina, S., Beltrán, R., Juárez, B., Vázquez, G., y Lizárraga, L. (2015). Diseño de Fosas Sépticas Rectangulares Mediante el Uso de la Herramienta FOSEP. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 14(3), 757–765. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-27382015000300018&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Ludeña, E. (2021). DISEÑO Y EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL SISTEMA DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA DE SAN FRANCISCO DE MULALÓ, PROVINCIA DE COTOPAXI. [Universidad Politécnica Salesiana]. In *Tesis*. <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/5081/1/UPS-CYT00109.pdf>

Marengo, J., y García, H. (2019). *Estudio De Pre Factibilidad De Sistema Independiente De Tratamiento De Aguas Residuales En El Distrito I Del Municipio De Nindiri, Utilizando Trampa De Grasa - Fosa Septica – Fafa – Pozo De Absorcion*. UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA DIRECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO.

Metcalf yEddy. (2000). *Ingeniería de aguas residuales: Tratamiento, vertido y reutilización (1)*

NTE- INEN 2226. (2013). Ministerio de industrias y Productividad. Sección 4. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2226-1.pdf>

NTE-INEN 2169.(2013). Ministerio de industrias y Productividad. Sección 3.14. <https://www.trabajo.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/NTE-INEN-2169-AGUA.-CALIDAD-DEL-AGUA.-MUESTREO.-MANEJO-Y-CONSERVACION-DE-MUESTRAS.pdf?x42051>

NTE- INEN 2176. (2013). Ministerio de industrias y Productividad. Sección 4.

<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2176.pdf>

Ortiz de Zárate, J. (1997). La depuración biológica de efluentes industriales, (336), 147-153-

PDOT Puerto Quito. (2015). In *Dirección de planificación GADPP* (pp. 1–349).

<http://app.sni.gob.ec/sni->

[link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1760003330001_PD y OT GADPP final 150815_17-08-2015_18-28-14.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1760003330001_PD_y_OT_GADPP_final_150815_17-08-2015_18-28-14.pdf)

Rosales, E. (2005). Tanques Sépticos. Conceptos Teóricos Base y Aplicaciones. *Tanques Sépticos.*

Conceptos Teóricos Base y Aplicaciones, 18(2), 26–33.

Romero, R.J. (2010). TRATAMIENTO DE AGAU RESIDUAL. Bogotá

Serrano, A., García, L., León, R., García, E., Gil, B., y Ríos, L. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Metodología de La Investigación Educativa, 167–193.*

<http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/Experimental.pdf>

Texto Unificado de Legislación Secundaria de medio Ambiente. (2018, 23 de noviembre).

Ministerio del Ambiente. Cap I- CapVII. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/TEXTO-UNIFICADO-DE-LEGISLACION-SECUNDARIA-DE-MEDIO-AMBIENTE.pdf>

Tratado de Rio,1992,

https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/08/1_DeclaracionRio_1992.pdf

7. ANEXOS

Anexo 1. Toma de muestra



Anexo 2. Contención de la muestra



Anexo 3. Retención de la muestra



Anexo 4. Medición de parámetros físicos



Anexo 5. Medición de sólidos









Anexo 6. Turbidez



Anexo 7. DBO

