



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**DIAGNÓSTICO BACTERIOLÓGICO AMBIENTAL DE AGUAS NEGRAS  
DEL SITIO "EL GUAYABO" VERTIDAS AL RÍO SANTA ROSA, Y DISEÑO  
DE TANQUE SÉPTICO.**

**AGUILERA TORRES FAUSTO FABIAN  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**MACHALA  
2019**



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

**Diagnóstico Bacteriológico Ambiental de Aguas Negras del Sitio “El Guayabo” vertidas al Río Santa Rosa, y Diseño de Tanque Séptico.**

**AGUILERA TORRES FAUSTO FABIAN  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL**

**MACHALA  
2019**



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO TITULACIÓN  
PROYECTO INTEGRADOR

Diagnóstico Bacteriológico Ambiental de Aguas Negras del Sitio "El Guayabo" vertidas al Río Santa Rosa, y Diseño de Tanque Séptico.

AGUILERA TORRES FAUSTO FABIAN  
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

POMA LUNA DARWIN AMABLE

MACHALA, 19 DE SEPTIEMBRE DE 2019

MACHALA  
2019

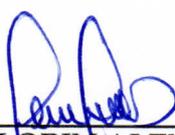
**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Diagnóstico Bacteriológico Ambiental de Aguas Negras del Sitio "El Guayabo" vertidas al Río Santa Rosa, y Diseño de Tanque Séptico., hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.



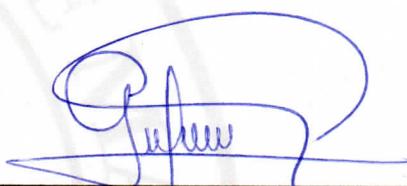
---

POMA LUNA DARWIN AMABLE  
0703047977  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

LUNA FLORIN ALEX DUMANY  
0703439125  
ESPECIALISTA 2



---

GUERRERO AZANZA MARIUXI YAMILET  
0703954156  
ESPECIALISTA 3

Machala, 19 de septiembre de 2019

# Diagnóstico bacteriológico ambiental de aguas negras del Sitio “El Guayabo” vertidas al Río Santa Rosa, y diseño de Tanque Séptico

## INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE  
INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Universidad Técnica de Machala

Trabajo del estudiante

2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

< 2%

Excluir bibliografía

Apagado

## CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, AGUILERA TORRES FAUSTO FABIAN y RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Diagnóstico Bacteriológico Ambiental de Aguas Negras del Sitio "El Guayabo" vertidas al Río Santa Rosa, y Diseño de Tanque Séptico., otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 19 de septiembre de 2019



AGUILERA TORRES FAUSTO FABIAN  
0706269875



RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
0704086073

## **Dedicatoria**

*El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios por darme la vida, salud, fuerza, fortaleza y perseverancia para poder cumplir mis metas. A mi madre Bernarda Torres, a mi padre Fausto Aguilera, y a mis hermanos por el apoyo constante en el transcurso de mi preparación profesional.*

*Fausto Aguilera*

*Dedicado a mis abuelitos, mis padres y demás familiares quienes me inspiraron y apoyaron para llegar hasta donde estoy. No existen palabras suficientes para agradecerles. Los amo.*

*Samantha Ramón*

## **Agradecimiento**

*A la Universidad Técnica de Machala, a la Unidad Académica de Ciencias Sociales, a la carrera de Gestión Ambiental y en especial a los docentes y al tutor de mi proyecto por todo el aporte brindado en el transcurso de mi formación académica. A mis amigos y compañeros los cuales me brindaron su amistad y apoyo para poder superar los obstáculos que se presentaron.*

*Fausto Aguilera*

*Agradezco a mi tutor, a mis docentes y a toda la carrera de Gestión Ambiental por formarme y guiarme en el transcurso de mi carrera universitaria. Asimismo, agradezco a Fabricio Veintimilla que sin su ayuda esto no hubiera sido posible. Y, por último, a mis amigos y amigas de esta etapa por su constante ayuda, consejos y amistad.*

*Samantha Ramón.*

**Diagnóstico bacteriológico ambiental de aguas negras del Sitio “El Guayabo”  
vertidas al Río Santa Rosa, y diseño de tanque séptico.**

**Resumen**

El presente trabajo de investigación se centró en el diagnóstico bacteriológico ambiental de las aguas negras descargadas hacia el Río Santa Rosa en el sitio “El Guayabo”. Para ello, se utilizó un enfoque cuantitativo, siendo la investigación catalogada como descriptiva, aplicada y correlacional, con técnicas de investigación tales como la observación in situ y los análisis de agua, en los cuales se evaluó la presencia de parámetros biológicos en el agua, como son: Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Escherichia Coli. Asimismo, se utilizaron instrumentos de investigación tales como: GPS y ArcGis para la determinación de los puntos de muestreo y su visualización en los mapas respectivos.

Para los análisis de agua se realizaron dos puntos de muestreo, el primero antes de la descarga de aguas negras, y el segundo, aguas debajo de la presunta descarga. Para el análisis de los resultados obtenidos de los análisis de agua, se propuso utilizar como criterios de evaluación al Índice para la calidad de agua recreacional y se procedió a realizar la respectiva valoración bacteriológica ambiental. Se obtuvo que los parámetros de Coliformes Totales y Escherichia Coli se encontraban fuera de los límites máximos permisibles para el uso de agua recreacional establecidos en normativas nacionales como el Tulsma, e internacionales como las normativas del EPA, España, Perú y Cuba. Por lo tanto, la calidad del agua del Río Santa Rosa no se considera apta para el uso recreativo que se le da aguas abajo del sector de estudio.

Para contrarrestar los efectos negativos de la descarga de aguas negras hacia el Río Santa Rosa, se propuso la implementación de un tanque séptico comunitario en el sector, cuyo objetivo principal sería la disminución de la descarga de aguas negras al río y la reducción de la presencia de materia orgánica fecal en el cuerpo de agua. Para ello, se realizó el debido

dimensionamiento del tanque séptico de acuerdo a la población actual y la población que se estima que habrá en el sector en unos 20 años, el cual es el tiempo estimado de vida útil del tanque. Su funcionamiento se basa en la recolección de las aguas negras del sector de estudio en un solo tanque séptico, ahí los microorganismos patógenos irían muriendo poco a poco debido a la digestión anaerobia producida por la falta de oxígeno en este sistema cerrado. Luego, el agua pasaría a un pozo percolador, aquí es donde se aplicarían filtros de agua naturales como es el piedra, grava y arena. De esta forma, se reduciría la presencia de materia orgánica fecal en el agua, la cual con el tiempo se iría infiltrando hacia el río.

En conclusión, el sitio “El Guayabo” necesita una alternativa para la recolección de sus aguas negras para no seguir afectando al Río Santa Rosa y las comunidades aguas abajo. Debido a su topografía no se puede implementar un alcantarillado público como tal, por ello, se ha visto como mejor opción la implementación del tanque séptico. Pues, al ser más barato que un biodigestor y debido a que cuenta con una vida útil de 20 años, resulta factible en lo económico, social y ambiental.

**Palabras Claves:** Agua, Bacteriológico, Ambiente, Aguas Negras, Tanque Séptico.

# **Environmental bacteriological diagnosis of sewage water from the “El Guayabo” Site discharged to the Santa Rosa River, and septic tank design.**

## **Summary**

This research work was focused on the environmental bacteriological diagnosis of sewage water discharged to the Santa Rosa River at the “El Guayabo” site. For this, a quantitative approach was used, being so cataloged as a descriptive, applied and correlational research, with research techniques such as in situ observation and water analysis. For the water analysis, the presence of biological parameters in water were evaluated, these parameters were Total Coliforms, Fecal Coliforms and Escherichia Coli. Likewise, research instruments that were used during the investigation were a GPS and ArcGis, an informatics program for the creation of maps, both were used to determine the sampling points and their visualization on the respective maps.

For the water analyzes, two sampling points were made, the first one before the discharge of sewage water, and the second one, downstream of the alleged discharge. For the analysis of the results obtained from the water analysis, it was proposed to use the Recreational Water Quality Index (RQWI) as an evaluation criteria and the respective environmental bacteriological assessment was carried out. It was obtained that the parameters of Total Coliforms and Escherichia Coli were outside the maximum permissible limits for the use of recreational water established in national regulations such as the Tulsma, and international regulations such as the ones established by EPA, Spain, Peru and Cuba. Therefore, the water quality of the Santa Rosa River is not considered suitable for recreational use downstream of the study sector.

To counteract the negative effects of the discharge of sewage water into the Santa Rosa River, the implementation of a community septic tank in the sector was proposed, whose main objective would be to reduce the discharge of sewage water to the river and reduce the presence

of fecal organic matter in the body of water. For this, the proper sizing of the septic tank was performed according to the current population and the population that is estimated to be in the sector in about 20 years, which is the estimated useful life of the tank. Its operation is based on the collection of sewage water from the study sector in a single septic tank; there the pathogenic microorganisms would die slowly due to anaerobic digestion caused by the lack of oxygen in this closed system. Then, the water would pass to a percolating well, this is where natural water filters such as stone, gravel and sand would be applied. In this way, the presence of fecal organic matter in the water would be reduced, and then eventually infiltrate into the river.

In conclusion, the “El Guayabo” site needs an alternative for the collection of its sewage water to be able to affect or continue to affect the Santa Rosa River and downstream communities. Due to its topography, a public sewage system cannot be implemented as such; therefore, the implementation of the septic tank has been seen as a better option. This is due to the fact that it's much cheaper than a biodigester and because it has a useful life of 20 years, it is feasible economically, socially and environmentally.

**Keywords:** Water, Bacteriological, Environment, Sewage Water, Septic Tank.

## Índice de Contenido

Dedicatoria .....	vi
Agradecimiento .....	vii
Resumen.....	viii
Summary .....	x
Índice de Contenido .....	xii
Índice de Cuadros.....	xv
Índice de Ilustraciones.....	xvi
Índice de Mapas .....	xvii
Índice de Planos .....	xviii
Índice de Anexos.....	xix
Introducción .....	20
Capítulo I: Diagnóstico del Objeto de Estudio .....	22
Concepciones .....	22
Contaminación. ....	22
Tipos de Contaminantes.....	22
Aguas Residuales. ....	23
Tipos de Aguas Residuales. ....	23
Descargas de Agua Residual.....	24
Tipo de Descargas de Agua Residual.....	24
Usos del Agua. ....	25
Límite Máximo Permisible. ....	26
Coliformes Fecales.....	26
Coliformes Totales.....	26
Escherichia Coli.....	27
Afectaciones a la salud por la Presencia de Bacterias en el Agua. ....	27
Diagnóstico Ambiental.....	27

Tanque Séptico.....	28
Normas .....	28
Enfoques Diagnósticos.....	32
Enfoque Cuantitativo. ....	32
Tipo de investigación.....	32
Descripción del Proceso Diagnóstico.....	33
Línea Base.....	33
Metodología de la Investigación .....	44
Población.....	44
Muestra.....	44
Técnicas de investigación. ....	45
Instrumentos de la Investigación.....	45
Muestreo.....	45
Criterios de Evaluación. ....	50
Resultados. ....	52
Análisis del Contexto y Desarrollo de la Matriz de Requerimientos.....	64
Análisis de contexto. ....	64
Matriz de Requerimientos. ....	65
Selección De Requerimiento A Intervenir: Justificación.....	66
Capítulo II: Propuesta Integradora .....	67
Descripción de la Propuesta .....	67
Objetivos de la Propuesta.....	68
Objetivo General. ....	68
Objetivos Específicos.....	68
Componentes de Estructurales .....	68
Descripción del Tanque Séptico.....	68
Componentes del Tanque Séptico.....	70

Consideraciones Especiales. ....	75
Recursos Logísticos .....	82
Capítulo III: Valoración de la Factibilidad .....	84
Análisis de la Dimensión Técnica de Implementación de la Propuesta.....	84
Análisis de la Dimensión Económica de Implementación de la Propuesta .....	84
Análisis de la Dimensión Social de Implementación de la Propuesta .....	85
Análisis de la Dimensión Ambiental de Implementación de la Propuesta .....	85
Conclusiones .....	87
Recomendaciones.....	89
Bibliografía .....	90
Anexos.....	100

## Índice de Cuadros

Cuadro 1: Normas Aplicables a la Investigación .....	28
Cuadro 2: Flora del Sitio "El Guayabo" .....	39
Cuadro 3: Fauna del Sitio "El Guayabo" .....	39
Cuadro 4: Puntos de Muestreo de la Investigación .....	46
Cuadro 5: Criterios Microbiológicos y Escala de Colores para evaluar la Calidad de Agua para Uso Recreacional.....	51
Cuadro 6: Resultados de los Análisis de Agua .....	52
Cuadro 7: Valoración Ambiental Bacteriológica mediante la determinación del Índice de Calidad para Agua Recreacional para el parámetro Coliformes Totales .....	55
Cuadro 8: Valoración Ambiental Bacteriológica mediante la determinación del Índice de Calidad para Agua Recreacional para el parámetro Coliformes Fecales .....	57
Cuadro 9: Valoración Ambiental Bacteriológica mediante la determinación del Índice de Calidad para Agua Recreacional para el parámetro Escherichia Coli .....	59
Cuadro 10: Matriz de Requerimientos .....	65
Cuadro 11: Ventajas y Desventajas de la Implementación del Tanque Séptico .....	69
Cuadro 12: Cronograma de Actividades .....	79
Cuadro 13: Cuadro de Costos de la Implementación del Tanque Séptico .....	82
Cuadro 14: Cuadro de Costos del Mantenimiento del Tanque Séptico. ....	83

## Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Mapa de la Geomorfología de la Parroquia Torata.....	34
Ilustración 2: Mapa Geológico de la Parroquia Torata .....	34
Ilustración 3: Mapa de la Edafología del Suelo de la Parroquia Torata.....	35
Ilustración 4: Mapa de Isotermas de la Parroquia Torata .....	36
Ilustración 5: Mapa de Isoyetas de la Parroquia Torata .....	37
Ilustración 6: Mapa de Ecosistemas de la Parroquia Torata .....	41
Ilustración 7: Mapa de Concesiones Mineras de la Parroquia Torata.....	41
Ilustración 8: Esquema de un Tanque Séptico .....	71
Ilustración 9: Esquema de Campos y Zanjas de Percolación.....	73
Ilustración 10: Esquema del Campo de Percolación.....	74

## Índice de Mapas

Mapa 1: Delimitación de la Cuenca Hidrográfica del Río Santa Rosa .....	38
Mapa 2: Puntos de Muestreo de la Zona de Estudio .....	47
Mapa 3: Resultados Obtenidos según Criterios de Evaluación .....	54
Mapa 4: Focos de Contaminación de la Zona de Estudio .....	63

## Índice de Planos

Plano 1: Tanque Séptico.....	78
------------------------------	----

## Índice de Anexos

Anexo 1: Informe de Resultados Página 1 de 4 .....	100
Anexo 2: Informe de Resultados Página 2 de 4 .....	101
Anexo 3: Informe de Resultados Página 3 de 4 .....	102
Anexo 4: Informe de Resultados Página 4 de 4 .....	103
Anexo 6: Coordenadas del primer punto de muestreo .....	104
Anexo 5: Coordenadas del segundo punto de muestreo .....	104
Anexo 7: Envase de muestreo del primer punto .....	105
Anexo 8: Envase de muestreo del segundo punto.....	105
Anexo 9: Etiquetado de los envases de muestreo .....	106
Anexo 10: Zanja de conducción de aguas negras hacia el río.....	107
Anexo 11: Otro punto de conducción de aguas negras hacia el río. ....	108
Anexo 12: Tercer punto de conducción de aguas negras en el sector de estudio. ....	109
Anexo 13: Observación del cambio de color del río.....	110
Anexo 14: Observación del cambio físico producido en el río por las aguas negras.....	111
Anexo 15: Zanja de conducción de aguas negras desde el domicilio al río.....	112
Anexo 16: Observación de eutrofización a las orillas del río. ....	113
Anexo 17: Observación de cambio de color del río por las aguas negras.....	114
Anexo 18: Recolección de muestras en el segundo punto de muestreo.....	115
Anexo 19: Observación de aceites en el agua del río.....	116
Anexo 20: Recolección de muestras en el primer punto de muestreo. ....	117
Anexo 21: Fórmulas de Dimensionamiento del Tanque Séptico Pág. 1/3.....	118
Anexo 22: Fórmulas del Dimensionamiento del Tanque Séptico Pág. 2/3.....	119
Anexo 23: Fórmulas del Dimensionamiento del Tanque Séptico Pág. 3/3.....	120

## **Introducción**

A partir del año 2008, año en el que se reformó la constitución de la República del Ecuador, se empezó a incluir más los temas ambientales, entre ellos, el tema del saneamiento del agua. Con ello, se empezó a construir planes y proyectos que fomentaran el derecho al acceso al agua, su saneamiento y uso debido. (Fernández, Solís, & Basani, 2018) En el año 2014, se promulgó la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, en la cual habla con mayor severidad sobre el uso del agua en el país, los servicios que se pueden prestar en cuanto a este recurso y se establece la competencia de los municipios en lo referente a lo que es el saneamiento del agua y alcantarillado. (Mejía, Castillo, & Vera, 2016)

En cuanto a la provincia de El Oro, de acuerdo con el Censo Poblacional del 2010 se pueden observar los avances que se tiene en cuanto al acceso al agua y el servicio de saneamiento y alcantarillado. Es decir, de aproximadamente 97000 familias que contaban con el servicio de abastecimiento de agua en el 2001, para el 2010 ya eran aproximadamente 127000 familias que consiguieron tener acceso a este servicio. (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2010). Y de estas familias, un 64% contaba con el acceso al alcantarillado público. (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de El Oro, 2014)

En el cantón Santa Rosa, se cuenta con una empresa pública dedicada a al servicio de agua potable y alcantarillado, esta se denomina EMAPA-SR. De acuerdo con el Plan de Ordenamiento Territorial de Santa Rosa, se sabe que desde el año 2010 aproximadamente un 68% de la población cuenta con el servicio de conexión al alcantarillado público, dejando a un 32% de la población sin este servicio, los mismos que tendrían que buscar alternativas para la disposición de sus aguas residuales. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Santa Rosa, 2015)

El sitio “El Guayabo” es una pequeña población de la parroquia Torata la cual ha establecido sus viviendas a orillas del río “Santa Rosa”, la problemática radica cuando esta población no estaba planificada. Por lo cual, carece de servicios básicos como el de alcantarillado, que por la topografía del sector no se puede realizar su implementación. Por ende, las aguas negras provenientes de los domicilios son vertidas al cuerpo de agua receptor sin previo tratamiento. Esto provoca un cambio en su composición biológica, aumentando parámetros como Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Escherichia Coli afectando aguas abajo en sus actividades de contacto primario.

El presente trabajo tiene como finalidad diseñar un tanque séptico comunitario el cual va a reducir la materia orgánica fecal presente en el río para evitar que esta alta carga de microorganismos patógenos llegue hasta al río y cause malestar a las poblaciones aledañas que hacen uso de este recurso, esta es una alternativa con un costo económico bajo y la cual actúa en pro de la salud pública y del ambiente.

### **Objetivos de la Investigación**

#### **Objetivo General.**

Analizar la calidad bacteriológica del agua del Río Santa Rosa, sector “El Guayabo” mediante el uso de métodos cuantitativos para garantizar el manejo adecuado de las aguas negras del lugar de estudio.

#### **Objetivos Específicos.**

- Diagnosticar el estado bacteriológico ambiental del Río Santa Rosa mediante un muestreo simple y análisis de agua.
- Comparar los resultados de análisis de agua con los límites máximos permisibles establecidos en normativas nacionales e internacionales.
- Establecer la alternativa de disposición de aguas negras más adecuada de acuerdo al lugar de estudio.

## Capítulo I: Diagnóstico del Objeto de Estudio

### Concepciones

#### Contaminación.

Se denomina contaminación a la presencia de cualquier sustancia no deseada encontrada en el recurso agua, suelo o aire las cuales pueden alterar la composición natural de las mismas afectando a la salud, confort y bienestar de las personas, al uso y disfrute de lo que está siendo contaminado. Sin embargo, si no se presenta efectos negativos sobre el recurso no se puede decir que el medio se encuentra contaminado. (Encinas Malagón, 2011). (Tinoco & Espinoza, 2019)

Todas aquellas actividades ya sean por actividad humana o a partir de fenómenos naturales van acompañados de emisiones de gases, pequeñas partículas y vapores los cuales a menudo generan una alteración negativa en el medio por ende se genera un impacto negativo a los recursos naturales existentes. (Araujo Pulido, 2010).

#### Tipos de Contaminantes.

La contaminación es el problema más importante que afecta al planeta, esto se genera debido al desequilibrio de los recursos naturales por acción del hombre. Existen una gran variedad de contaminantes ya sea por actividades humanas o fenómenos naturales. (Galarza, Alegre, & Merzthal, 2016). A continuación, se enlistan algunos ejemplos:

- **Físicos:** Temperatura extremas, iluminación artificial, radiactividad, ruido, entre otras.
- **Químicos:** Pesticidas, detergentes, fertilizantes, metales pesados, gases, etc.
- **Biológicos:** Desechos orgánicos.

## **Aguas Residuales.**

El agua residual proviene del uso doméstico e industrial las cuales no pueden ser vertidas a cuerpos de agua debido a su alta concentración de sustancias orgánicas e inorgánicas. Además, puede contener microorganismos patógenos provenientes de las heces fecales de humanos y animales conllevando a diferentes problemas de salud, estéticos y económicos en el sector. (Vargas Peña, 2016). Por otro lado, este tipo de agua carece de valor inmediato para el fin que se utilizó por motivo de mala calidad. (López, Buitrón, García, & Cervantes, 2017).

### **Tipos de Aguas Residuales.**

#### ***Aguas Residuales Domésticas.***

Se denominan domésticas, este tipo de aguas son provenientes de las viviendas y su contenido está cargado de materia orgánica y microorganismos, en su mayoría esta agua transporta por heces fecales, orina y restos de detergentes que se utilizan en los domicilios. (Lazcano, 2016). Estas a su vez se subdividen en dos categorías, como son:

- *Agua Doméstica Negra:* Son aquellas aguas que provienen de baños y cocinas, tiene una alta presencia de materia orgánica. (León, 2017)
- *Agua Doméstica Gris:* A diferencia de las aguas negras, estas provienen del lavado de utensilios en los domicilios, sin embargo, no tienen presencia de materia orgánica. (Carranza, y otros, 2016)

#### ***Aguas Residuales Municipales.***

Son denominadas municipales o aguas blancas porque provienen de situaciones atmosféricas como lluvia, nieve o hielo. Además, de la limpieza de los parques, calles u otros lugares públicos. Este tipo de agua residual cuenta con grandes cantidades de bacterias

coliformes que puede ocasionar afectaciones a la salud. (Muñoz & Baumann, 2017) (Lazcano, 2016).

### ***Aguas Residuales Industriales.***

Son todas aquellas aguas provenientes de actividades comerciales o industriales las cuales contienen concentraciones de aceites y grasas, detergentes, químicos, entre otras. La composición de este tipo de agua será muy variable ya su composición dependerá de los diferentes procesos realizados en las industrias. (Lazcano, 2016).

### ***Aguas Residuales Agropecuarias.***

Este tipo de agua proviene de las zonas rurales por las actividades agrícolas realizadas en el sector, estas aguas suelen usarse para el riego en los cultivos por lo general su composición se altera por los químicos utilizados en los diferentes procesos. (Lazcano, 2016).

### **Descargas de Agua Residual.**

Se entiende a la acción de verter agua, infiltrar, depositar aguas residuales provenientes de actividades de orden público urbano, industriales, comerciales, agrícolas, domésticas, pecuarias, plantas de tratamiento de agua residual hacia un cuerpo receptor. (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2014).

### **Tipo de Descargas de Agua Residual.**

Las descargas de agua residual se clasifican en domésticas y no domésticas, las cuales se detallan a continuación:

#### ***Descarga Doméstica.***

Las descargas domésticas provienen principalmente de los domicilios, instituciones, edificios comerciales y su contenido por lo general va cargado de materia orgánica. (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2014).

### ***Descarga No Doméstica.***

Estas descargas por lo general provienen de actividades productivas, comerciales o de servicios y contienen concentraciones de nutrientes, metales pesados, materia orgánica y aguas con diferente pH. (Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado, 2014).

### **Usos del Agua.**

El agua tiene distintos usos, estos están estipulados dentro del Acuerdo 097-A, Anexo I: Normas de Calidad para Aguas Superficiales, Marítimas, y de Estuarios. (Ministerio del Ambiente, 2015). Estos usos son:

- Uso para Consumo Humano y Doméstico
- Preservación de la Vida Acuática y Silvestre
- Uso Agrícola o Riego
- Uso Pecuario
- Uso Recreativo
- Uso Estético
- Uso Recreativo

El agua de uso recreativo se utiliza para dos fines concretos, estos son:

***Contacto Primario:*** El agua recreacional de contacto primario comprende a aquellas aguas usadas para natación, buceo y baños medicinales. (Ministerio del Ambiente, 2015)

***Contacto Secundario:*** Son aquellas aguas de uso recreacional de contacto secundarias en la que se practican deportes náuticos y pesca. (Ministerio del Ambiente, 2015).

## **Calidad del Agua**

Se considera calidad de agua a las condiciones óptimas en las que se puede encontrar a un cuerpo de agua en sus características físicas, químicas y biológicas, ya sean estas evaluadas durante su estado natural como luego de ser usadas para actividades antropogénicas. (Palomino, 2018). (Musálem, Laino, Bello, González, & Ramírez, 2018).

### **Límite Máximo Permisible.**

Son concentraciones máximas de valores del agua los cuales garantizaran que este recurso no tendrá efectos negativos para la salud del consumidor. (Secretaría de Salud Mexicana, 2015).

### **Coliformes Fecales.**

Los coliformes fecales son indicadores de contaminación en el agua por heces fecales originadas principalmente por el ser humano, estas bacterias se consideran termotolerantes por su capacidad de resistir temperaturas más elevadas. (Vargas Peña, 2016). Están formados en un 5% por la Escherichia y especies de Klebsiella, estas pueden provocar infecciones en el aparato respiratorio, infecciones de piel, diarreas y otras enfermedades en el ser humano. (Ospina, 2015)

### **Coliformes Totales.**

Se refiere a microorganismos compuestos varios grupos de géneros de las familias Enterobacter, Escherichia, Citrobacter, Klebsiella, los cuales tienen como característica principal encontrarse ampliamente dispersos en el medio ambiente y materias en descomposición, a excepción del género Escherichia los cuales habitan en animales de sangre caliente y el ser humano. (Vidaurre, 2018). (Vargas Peña, 2016). Usualmente habitan lugares

terrestres, marinos, e incluso al cuerpo humano fermentando la lactosa. (Hernández & Poot, 2018)

### **Escherichia Coli.**

La Escherichia Coli es un tipo de bacteria Gram negativo que se encuentra en los intestinos de los mamíferos, además, de tener la facilidad de desarrollarse sobre medios con nutrientes simples. Por lo general es un indicador de contaminación muy significativo de presencia de heces fecales, se ubica en el grupo de los coliformes. (Guidi, León, Fernández, & Gottret, 2015).

### **Afectaciones a la salud por la Presencia de Bacterias en el Agua.**

El agua es uno de los recursos más importantes que existe en el planeta tierra y también es uno de los más vulnerables de contaminar por su exposición a diferentes actividades antropogénicas las cuales causan efectos negativos al mismo. (Almazán, y otros, 2016). Las personas que entran en contacto con aguas que tengan altas concentraciones de bacterias como Escherichia Coli, Coliformes totales y coliformes fecales, se exponen a enfermedades gastrointestinales, infecciones en las vías urinarias, tifoideas, diarreas y vómitos en niños. (Ríos, Agudelo, & Gutiérrez, 2017). Las personas más expuestas a recibir alguna afectación por la presencia de estas bacterias con los niños, por ser quienes suelen pasar mayor tiempo dentro del agua y tienen mayor tendencia a tomar accidentalmente el agua del río. (Hoogesteijn, Febles, & Nava, 2015)

### **Diagnóstico Ambiental.**

Es mecanismo para la evaluación de impacto ambiental que se lo realiza con la creación de proyectos u otras actividades las cuales generan posibles impactos por lo cual es necesario la identificación de los efectos mediante sistemas de evaluación que se basan en mediciones y

muestreos para definir la situación actual del lugar donde se realiza dicha actividad. (Gonzalez Otoya, 2012). (Ramírez & Camacho, 2019)

### **Tanque Séptico.**

Existen actualmente muchos mecanismos para el tratamiento de aguas residuales, las cuales se pueden clasificar de acuerdo a su tamaño, como son: pequeñas, medianas, grandes y muy grandes. (Centeno & Murillo, 2019). Los tanques sépticos, un pequeño sistema de tratamiento de aguas residuales, son depósitos impermeables, los cuales pueden tener uno o más compartimientos, con una forma que puede ser circular como rectangular. (Cabrera, Mejía, & Carillo, 2017). Estos tanques son utilizados para el tratamiento de aguas residuales en los sectores que no cuentan con el servicio de alcantarillado público, o que por la topografía del sector no es beneficiosa para el mismo. (Soto, Gaviria, & Pino, 2019).

### **Normas**

El agua, como recurso natural, es vital para la supervivencia de los seres humanos y de todos los seres vivos. Su uso debe ser limitado, asegurando en cada momento la calidad del mismo. En Ecuador, existe una lista de normativas las cuales se encargan de garantizar el acceso al agua, prevenir daños a los recursos hídricos del país, controlar su uso, y mitigar aquellos impactos que se generan al mismo, provenientes de diferentes actividades.

*Cuadro 1: Normas Aplicables a la Investigación*

<b>ENTIDAD</b>	<b>ARTÍCULOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
<b>Constitución de la República del Ecuador.</b> (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008)	<b>Artículo 12</b>	“El derecho al agua es fundamental e irrenunciable...”
	<b>Artículo 14</b>	“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice

---

la sostenibilidad y el buen vivir (...) preservación del ambiente, conservación de ecosistemas (...) prevención del daño ambiental y recuperación de los espacios naturales degradados.”

**Artículo 15**

“El estado promoverá (...) uso de tecnologías ambientalmente limpias y energías alternativas no contaminantes (...) sin detrimento de la soberanía alimentaria ni afectará el derecho al agua.”

**Artículo 72**

“La naturaleza tiene derecho a la restauración independiente de la indemnización a individuales o colectivos afectados.”

**Artículo 83,  
#6**

“De los deberes y derechos de los(as) ecuatorianos(as): respetar derechos de la naturaleza, preservar un ambiente sano y utilizar los recursos naturales de modo racional, sustentable y sostenible.”

**Artículo 264,  
#4**

“Prestar servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales ...”

---

**Plan Nacional de  
Desarrollo 2017-2021.  
Toda una vida.**

(Secretaría Nacional de  
Planificación y Desarrollo,  
2017)

**Eje 1  
Objetivo 3**

“Derechos para Todos durante toda la Vida: Garantizar los derechos de la naturaleza para las actuales y futuras generaciones.”

---

**Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua**

(Asamblea Nacional del Ecuador, 2014)

**Artículo 3**

“El objeto de la presente ley es garantizar el derecho humano al agua, así como regular y controlar la autorización, gestión, preservación, conservación, restauración de los recursos hídricos (...)”

**Artículo 18, #1**

“De las competencias y atribuciones de las Autoridades Únicas del Agua, son: Establecer mecanismos de coordinación y complementariedad con los GADS en lo referente a (...) agua potable, alcantarillado, saneamiento (...)”

**Artículo 111**

“(...) garantizar la conservación y el equilibrio de los ecosistemas, en especial de las fuentes y zonas de recarga de agua.”

---

**Código Orgánico del Ambiente**

(Ministerio del Ambiente, 2017)

**Artículo 10**

“El Estado, las personas naturales y jurídicas (...) tendrán la obligación jurídica de responder por daños o impactos ambientales que hayan causado (...)”

**Artículo 191**

“La Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado competente (...) realizarán el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire, agua y suelo (...)”

**Artículo 196**

“Tratamiento de Aguas Residuales Urbanas y Rurales: (...) Cuando las aguas residuales no puedan llevarse al sistema de alcantarillado, su tratamiento deberá hacerse de modo que no perjudique las fuentes receptoras, los suelos o la vida silvestre.”

---

<p><b>Acuerdo Ministerial 097-A del Texto Unificado de Legislación Secundaria</b> (Ministerio del Ambiente, 2015)</p>	<p><b>Tabla 6</b></p>	<p>Límites máximos permisibles para aguas destinadas a fines recreativos mediante contacto primario.</p>
<p><b>Criterios de Límites Máximos Permisibles para Calidad de Agua Recreacional</b> (Environmental Protection Agency, 2015)</p>	<p><b>Figure 2</b></p>	<p>Tabla 2 de Límites Máximos Permisibles para la Calidad de Agua Recreacional.</p>
<p><b>Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.</b> (Ministerio de la Presidencia, 2007)</p>	<p><b>Anexo I</b></p>	<p>Parámetros obligatorios y valores para la evaluación anual de aguas continentales usadas para aguas de baño.</p>
<p><b>Estándares de Calidad Ambiental para Agua y Disposiciones Complementarias.</b> (Organismo Nacional de Sanidad Pesquera, 2017)</p>	<p><b>Subcategoría B</b></p>	<p>Criterios de Límites Máximos Permisibles para Aguas Superficiales destinadas para Recreación de contacto primario.</p>

---

**NC 93-07:92 Higiene Comunal. Lugares de Baño en Costas y en Masas de Aguas Interiores.**

(González & Gutiérrez, 1997)

**Tabla 1** Indicadores de la Calidad Microbiológica del Agua en los Lugares de Baño y sus requerimientos.

---

**Elaborado por:** Los Autores

### **Enfoques Diagnósticos**

#### **Enfoque Cuantitativo.**

El enfoque de la investigación es netamente cuantitativo, esto se debe a que se recolectan datos numéricos para probar la hipótesis planteada, se basa en analizar el comportamiento de una población, siendo esa la causa y llegando a predecir su efecto. A partir de los análisis realizados en laboratorio se obtienen datos específicos los cuales fueron comparados con la normativa nacional e internacional vigente, dando como resultado la situación actual del fenómeno estudiado. (Blanco & Pirela, 2016)

#### **Tipo de investigación.**

Entre los tipos de investigación aplicados en la presente investigación tenemos:

#### ***Investigación Descriptiva.***

Este tipo de investigación se encarga de realizar una interpretación real o correcta de lo que se está investigando, consiste en caracterizar un fenómeno con la finalidad de establecer su comportamiento. No tiene un interés específico por la aplicación solo se basa al desarrollo de teorías. (Arias, 2012) (Campos, 2017)

### ***Investigación Aplicada.***

Tiene una relación con la investigación básica ya que siempre dependerá de los avances de la misma, este tipo de investigación busca conocer el estado actual de los fenómenos para así actuar, construir o modificar. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010) (Campos, 2017)

### ***Investigación Correlacional.***

La investigación correlacional nos ayuda a establecer la relación existente entre uno o más variables. En la investigación permitirá establecer cómo se relacionan los parámetros microbiológicos obtenidos de la cuenca con los límites máximos permisibles impuestos por normativas nacionales de los mismos parámetros. (Arias, 2012) (Campos, 2017)

## **Descripción del Proceso Diagnóstico**

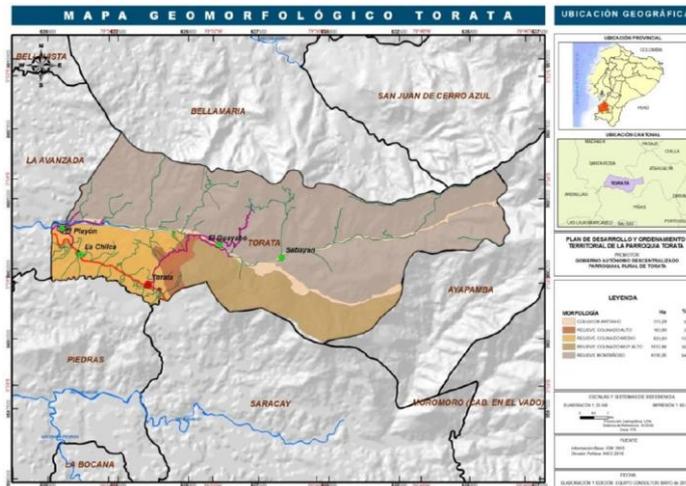
### **Línea Base.**

#### ***Medio Físico.***

##### ***Geomorfología.***

De acuerdo con el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Torata del año 2015, el sitio “El Guayabo” se sitúa en la categoría de Relieve Montañoso al igual que la mayor parte del territorio de la parroquia. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Ilustración 1: Mapa de la Geomorfología de la Parroquia Torata

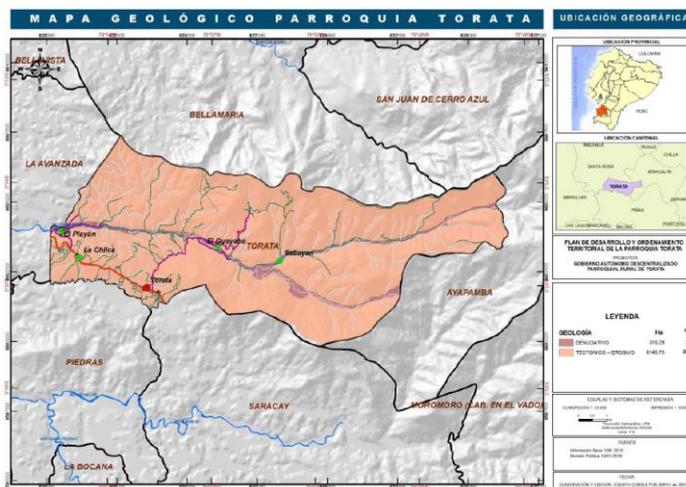


Fuente: (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Geología.

La parroquia Torata casi en su totalidad tiene la característica de tener formaciones geológicas tectónicas erosivas. Se habla de un 95% de territorio entre las cuales se encuentra el Sitio “El Guayabo”. Esta característica denota la presencia de pendientes y suelos mayormente susceptibles a la erosión. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Ilustración 2: Mapa Geológico de la Parroquia Torata

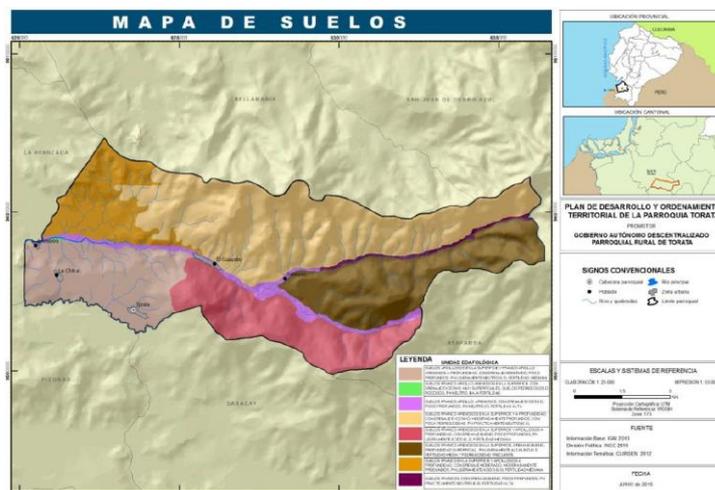


**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Suelo.*

En el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la parroquia Torata, se establece que los suelos del territorio se clasifican como arenosos, arcillosos, franco arenosos y franco arcillo-arenosos. La unidad edafológica que ocupa mayor parte de la superficie de la parroquia y aquella donde se sitúa el Sitio “El Guayabo” es “suelo franco arenosos en la superficie y a profundidad, con drenaje excesivo, moderadamente profundos, con poca pedregosidad, pH prácticamente neutro, fertilidad alta”. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Ilustración 3: Mapa de la Edafología del Suelo de la Parroquia Torata*



**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

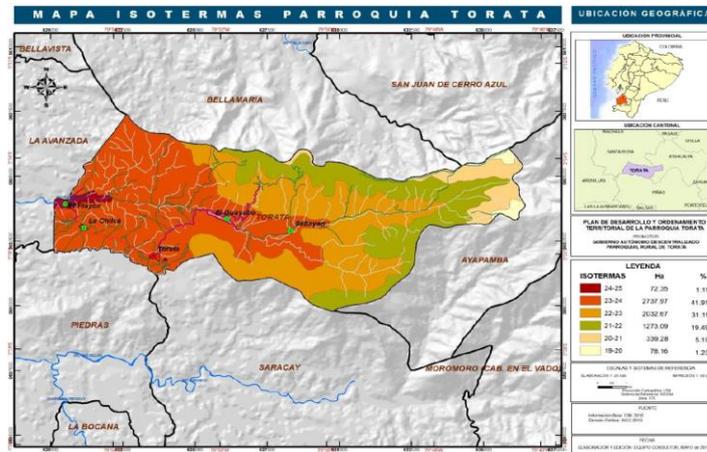
*Clima.*

*Temperatura.*

La temperatura en la parroquia Torata oscila entre 19 °C, como temperatura mínima que se presenta desde el mes de septiembre, 25 °C, como temperatura máxima que se presenta desde

el mes de abril; por ello la temperatura promedio anual es 22 °C. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Ilustración 4: Mapa de Isotermas de la Parroquia Torata*

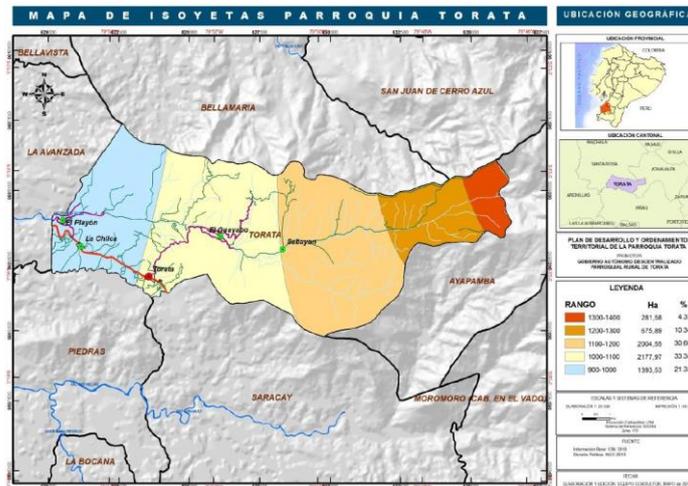


**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Precipitación.

Según la investigación realizada por el GAD Parroquial, la precipitación promedio anual que presenta la parroquia Torata es de 1150 mm, siendo la precipitación máxima de 1400 la cual empieza desde el mes de marzo, y la precipitación mínima es de 900 mm presentado desde el mes de agosto. En el Sitio “El Guayabo” las precipitaciones varían entre 1000 – 1100 mm. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Ilustración 5: Mapa de Isoyetas de la Parroquia Torata



**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Humedad.

La humedad relativa en la parroquia Torata es, según el promedio anual, de 70%, contando con una humedad mínima de 60% en el mes de agosto y de una humedad máxima de 90% en el mes de marzo. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

Agua.

El sistema de agua principal del cantón Santa Rosa, es una cuenca hidrográfica del mismo nombre. Esta abastece de varias subcuencas, como son: Estero Medina, Río Bellamaria, Río Buenavista, Río Culebrero, Río Negro, Río Panupali, Río San Agustín. El sitio es abastecido por el agua de las microcuencas y quebradas, como: El Guayabo, Monos, El Panteón, utilizando al Río Santa Rosa como destino final para gran parte de sus aguas residuales domésticas y agropecuarias. (Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Santa Rosa, 2015)

Mapa 1: Delimitación de la Cuenca Hidrográfica del Río Santa Rosa



**Medio Biótico.**

*Flora.*

Según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Municipal de Santa Rosa, la flora que se encuentra entre los límites territoriales de la parroquia Torata, son:

*Cuadro 2: Flora del Sitio "El Guayabo"*

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>
<i>Cedrela odorata L.</i>	Cedro
<i>Tabebuia chrysantha</i>	Guayacán
<i>Prosopis pallida</i>	Algarrobo
<i>Ficus doleatria</i>	Higuerón
<i>Pasiflora sp</i>	Palo Prieto

**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Fauna.*

De acuerdo con el estudio realizado por la GAD Municipal para el PDOT de Santa Rosa, la fauna encontrada en la parroquia Torata es la siguiente:

*Cuadro 3: Fauna del Sitio "El Guayabo"*

<i>Nombre científico</i>	<i>Nombre común</i>
<i>Aves</i>	
<i>Penelope jacquacu</i>	Pava
<i>Ramphastos ambiguus</i>	Diostedé

---

***Mamíferos***

---

<i>Alouatta seniculus</i>	Mono aullador
<i>Leopardus pardalis</i>	Tigrillo
<i>Myrmecophaga tridactyla</i>	Oso Hormiguero
<i>Dasyprocta punctata</i>	Guatusa
<i>Melursus ursinus</i>	Oso Perezoso

---

***Peces***

---

<i>Aequidens rivulatus</i>	Vieja Azul
<i>Chaetostoma</i>	Raspa
<i>Salminus brasiliensis</i>	Dorado

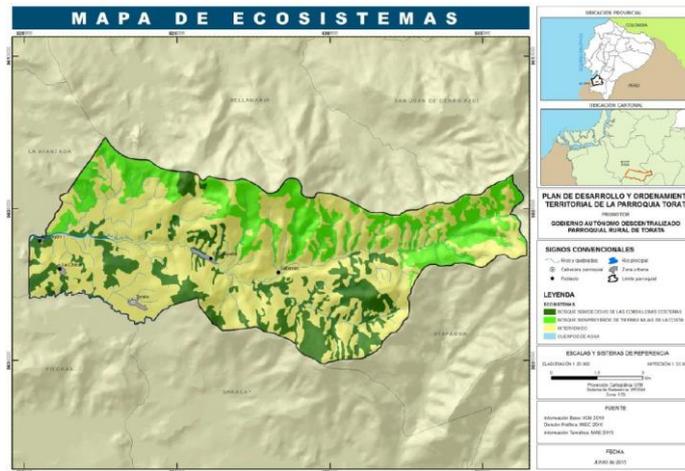
---

**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

***Ecosistemas.***

En el territorio de la parroquia Torata existen tres tipos de ecosistemas, como son: bosque Semideciduo de las cordilleras costeras, bosque Siempreverde de tierras bajas de la costa e intervenido. El que corresponde al Sitio “El Guayabo”, es el ecosistema intervenido por ser un lugar que ha sufrido de deforestación, cambio de uso de suelo, presencia de contaminación y gran intervención humana. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Ilustración 6: Mapa de Ecosistemas de la Parroquia Torata*



**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Recursos Naturales No Renovables.*

Entre los recursos naturales no renovables que tiene la parroquia Torata, los de mayor valor económico son aquellos que se extraen mediante la minería, como son: oro, cobre, entre otros metales preciosos y materiales pétreos. Para la extracción de tales materiales, existen concesiones en toda la parroquia, las cuales cubren un total de 14.787 hectáreas. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

*Ilustración 7: Mapa de Concesiones Mineras de la Parroquia Torata*



**Fuente:** (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

### ***Medio Social.***

#### *Aspectos demográficos.*

En la parroquia Torata, según el Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del año 2015, habitan 1953 de las cuales 230 personas habitan el Sitio “El Guayabo”, siendo 123 hombres y 107 mujeres. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

#### *Educación*

Según el PDOT de la parroquia Torata (2015), en el sitio “El Guayabo” existe solamente una escuela llamada “3 de noviembre” que ofrece solamente una educación básica desde primer grado hasta séptimo grado en horario matutino, presencial. De acuerdo con el mismo informe, también se expresa que hasta aquel entonces cuenta con 2 docentes, y una infraestructura regular. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

#### *Salud.*

En el sitio “El Guayabo” las enfermedades más frecuentes en los pobladores son: parasitosis y enfermedades degenerativas. Estas enfermedades son atendidas con medicina específica para cada enfermedad acudiendo al dispensario del seguro campesino, Ministerio de Salud Pública o en centros médicos privados. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

#### *Servicios Básicos.*

En el Sitio “El Guayabo” no cuenta con todos los servicios básicos necesarios para el buen vivir de una comunidad. Al momento si cuenta con acceso a energía eléctrica y agua potable, pero no cuentan con la conexión al alcantarillado público, debiendo buscar alternativas para la disposición final de sus aguas residuales, como son: biodigestores, pozos sépticos o arrojar estas aguas grises hacia el río. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)  
(Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Santa Rosa, 2015)

### ***Medio Económico.***

#### ***Población Económicamente Activa.***

De acuerdo al PDOT de la parroquia Torata, 2015 la población económicamente activa es de 1195, de la cual 720 personas cuentan con empleo fijo. De esos 720 que cuenta con trabajo, 564 son hombres y 156 son mujeres, quedando así una población de 475 personas que no cuentan con empleo, siendo mayoritariamente mujeres las que no encuentran plazas de trabajo. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

#### ***Categoría De Ocupación De La Población.***

De acuerdo a lo establecido en el PDOT de la parroquia Torata (2015), en el 2010 se realizó un censo de población y vivienda el cual establece que 54 pobladores trabajan como empleados(as) u obreros(as) del estado, gobierno, municipio, consejo provincial o junta parroquial; 97 son empleados(as) u obreros(as) privados; 304 son jornaleros (as) o peones; 14 son patronos(as); 9 son socios(as); 147 trabajan por cuenta propia; 9 son trabajadores(as) no remunerados(as); 36 son empleados(as) domésticos(as); y de 28 pobladores se desconoce su categoría de ocupación. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

#### ***Principales Productos Del Territorio.***

Los principales productos del territorio del sitio “El Guayabo” se pueden clasificar en tres grupos principales, como son: producción agrícola, producción ganadera y producción minera. En la producción agrícola, se obtienen frutos como cacao, café, plátano, yuca, maíz, naranja u otros. En la producción ganadera, se tienen razas de ganado como brahmán, Holstein, Bronsuit Mestizo de los cuales se obtienen productos como leche, carne y sus derivados. Y en la producción minera, se obtienen productos como plata, oro, cobre, u otros. (Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata, 2015)

## **Metodología de la Investigación**

El alcance de la investigación fue exploratorio descriptivo y correlacional, es decir, su objetivo principal fue abordar el fenómeno estudiado, familiarizarse con el mismo y llevar a cabo una investigación dentro del contexto encontrado. así mismo, en la investigación se describió a detalle las características del lugar estudiado, estableciendo una relación entre los impactos ambientales identificados y las diferentes normativas vigentes. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2010)

El diseño de investigación se escogió de acuerdo a la estrategia más eficaz para la obtención de la información debido a la investigación. En este estudio el diseño fue cuantitativo para esclarecer si la falta de alcantarillado público conlleva a la descarga de aguas negras directamente al río.

### **Población.**

La investigación fue dirigida hacia los habitantes del Sitio El Guayabo ya que son actores principales dentro del área de influencia directa por el conocimiento del fenómeno estudiado.

### **Muestra.**

Se recolectaron las muestras antes y después de los asentamientos humanos en el sitio El Guayabo, por motivo de la inexistencia de alcantarillado público en el sector. Por ello, se empleó la investigación no probabilística ya que se tomaron dos puntos específicos, antes y luego de la descarga de aguas negras, con el fin de identificar las problemáticas suscitadas en el área de influencia directa. (Padua, 2018). Las muestras están orientadas a la investigación cuantitativa porque mediante los análisis efectuados se pudo realizar un contraste en los parámetros analizados y sus límites máximos permisibles vigentes en la normativas nacionales e internacionales para evidenciar el fenómeno estudiado.

## **Técnicas de investigación.**

Las técnicas de investigación nos permitieron recabar información básica al momento de la realización del proyecto, ya que, mediante la utilización de las diferentes técnicas de investigación, se logró realizar el levantamiento de línea base y la obtención de datos veraces que ayudaron a determinar la situación actual de la zona de estudio. (Pulido, 2015)

La observación directa se la utilizó al momento de realizar la visita de campo donde se recorrió a totalidad el área de estudio, asimismo, se pudieron determinar los puntos donde las aguas residuales domésticas son vertidas al río Santa Rosa. Y, por último, se utilizó una técnica de laboratorista, la cual mediante análisis microbiológicos de parámetros como; Coliformes fecales, Coliformes totales, y Escherichia Coli dieron a conocer la situación actual del sector.

## **Instrumentos de la Investigación.**

Los instrumentos de investigación nos ayudan en la determinación de la situación actual del fenómeno estudiado. Durante la investigación se utilizaron los siguientes instrumentos de investigación, estos instrumentos son: GPS, para la localización de los puntos de muestreo, el programa ArcGis, para la realización de mapas tomando en cuenta los puntos tomados con el GPS, y por último, los análisis de agua, los cuales determinaron, de manera cuantitativa, la cantidad existente dentro del agua de los parámetros analizado, los cuales al ser comparados con normativas nacionales e internacionales, se estableció si se encontraron dentro o fuera de los límites máximos permisibles. (Pulido, 2015)

## **Muestreo.**

En el Acuerdo Ministerial 097A no especifican más parámetros para la calidad de agua en aspecto microbiológico por lo cual se acudió a las normativas internacionales las cuales nos dieron parámetros más específicos para la determinación de la contaminación en el sector. Asimismo, en el Tulsma se establece lo que es el área de influencia directa, lo cual es el lugar

donde se evidencian los impactos ambientales. Por ello, en esta investigación se consideró a los dos puntos de mayor relevancia para este estudio, que como ya se mencionó, serían los puntos pre y post descarga.

La recolección de las muestras se la realizó de la siguiente manera:

- **Punto 1:** El lugar escogido para la recolección de la primera muestra es donde no se hayan, o no se pueda producir descargas de aguas residuales domésticas. Por ello, se recolectó las primeras 5 muestras en un punto más arriba del Sitio “El Guayabo”.
- **Punto 2:** Para la segunda recolección de muestras se procedió a escoger un lugar aguas abajo donde se presume que ya se haya efectuado la descarga de aguas residuales domésticas.

*Cuadro 4: Puntos de Muestreo de la Investigación*

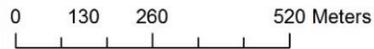
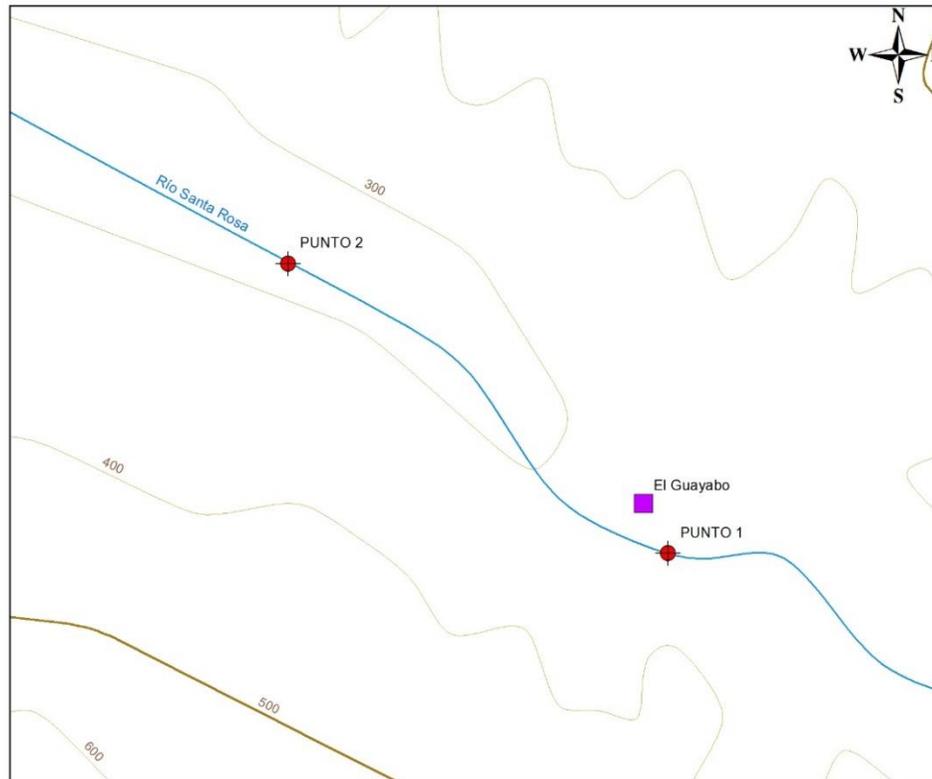
PUNTOS DE MUESTREO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		HORA DE RECOLECCIÓN	
	X	Y		
<b>PUNTO 1</b>	MUESTRA 1	626592	9602893	06H58
	MUESTRA 2	626592	9602893	06H59
	MUESTRA 3	626592	9602893	07H00
	MUESTRA 4	626592	9602893	07H01
	MUESTRA 5	626592	9602893	07H02
<b>PUNTO 2</b>	MUESTRA 1	625872	9603407	08H01
	MUESTRA 2	625872	9603407	08H02
	MUESTRA 3	625872	9603407	08H03
	MUESTRA 4	625872	9603407	08H04
	MUESTRA 5	625872	9603407	08H05

**Elaborado por:** Los Autores

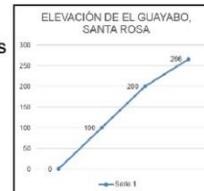
Mapa 2: Puntos de Muestreo de la Zona de Estudio

ECUADOR  
1:9.850

**PUNTOS DE MUESTREO DE LA ZONA DE ESTUDIO**



UNIVERSAL TRANSVERSAL  
MERCATOR  
WGS84 - ZONA17S



Puntos de Muestreo de la Zona de Estudio
Institución: Universidad Técnica de Machala
Autores:
Ramón Veintimilla Perla Samantha
Aguilera Torres Fausto Fabián
Provincia: El Oro Cantón: Santa Rosa
Fecha: Agosto 2019

En el área de estudio, al momento de la recolección de las muestras, la temperatura variaba entre 23° a 24° C, había abundante vegetación en los alrededores del río, altitud de 286 msnm. Las muestras fueron tomadas a 1 metro de la orilla, con una profundidad aproximada de 30 centímetros. El procedimiento a seguir para la recolección de muestras se basa en información bibliográfica.

La recolección de las muestras se basó en la Guía de Recolección de Aguas Residuales. Según (Reutelshöfer & Guzmán, 2015), la toma de muestras para agua residual se la hizo de forma simple, es decir, se tomaría la muestra en el punto escogido en un breve instante. Se utilizó este método debido a que es la forma más simple, como su nombre lo indica, y por ser la forma más rápida, por el hecho de no disponer con mucho tiempo. Además, esta es el tipo de muestreo más recordado para los parámetros analizados en esta investigación.

La Guía indica que para un análisis microbiológico se necesitarán envases estériles y se lo debe recolectar rápidamente para evitar la contaminación de la muestra. También, se debe tener en cuenta no llenar el frasco hasta el cuello para permitir la presencia de oxígeno dentro del envase para que los microorganismos no mueran. Asimismo, se recomienda tomar la muestra a la mitad del flujo del agua, contracorriente, sin tocar el fondo del cuerpo de agua, evitando así la remoción de los sedimentos que pueden generar un fallo en el análisis. Y para su debido transporte, se recomienda un espacio oscuro, con una temperatura entre 1° a 5°C, para esto último se puede emplear hielo en fundas plásticas, siempre evitando tanto que las muestras se congelan, como la inundación de las muestras. (Reutelshöfer & Guzmán, 2015)

Cabe mencionar que para la recolección se utilizaron 10 envases esterilizados, hechos de polietileno, con una capacidad de 120 ml. Estos envases fueron debidamente etiquetados con información, tal como: lugar de recolección, coordenadas, hora y fecha. Esto se puede observar

en el Anexo #7 y 8. Estas 10 muestras, 5 por cada punto de muestreo sirvieron para el respectivo análisis de los parámetros de Coliformes Totales, Coliformes Fecales, y Escherichia Coli.

El Laboratorio Certificado que ayudó en el análisis de agua fue el denominado “Grupo Químico Marcos”, el cual labora en la ciudad de Guayaquil. Por lo tanto, las muestras debieron ser colocadas en un recipiente de plumafon, más conocido como “cooler”, el cual ayudaría a preservar las condiciones climáticas necesarias para las muestras, que en este caso sería de 1° a 5°C, cabe recalcar que para ello también se utilizó paquetes de hielo. Las muestras fueron recolectadas, envasadas, almacenadas, enviadas y entregadas a su destino en un lapso oscilante de 7 a 8 horas.

El método empleado por el laboratorio en el análisis de agua de los parámetros biológicos son dos; el primero denominado Método Estándar 9223B; Prueba de Coliformes de Sustrato Enzimático usado para el análisis de Coliformes Totales y Escherichia Coli. En cuanto al parámetros de Coliformes Totales, el muestreo consiste en mezclar la muestra con un sustrato de enzimas preparadas comercialmente e incubarlas a 35°C aproximadamente. La enzima de Beta-galactosidase, la cual es la enzima producida por los coliformes totales, es detectada por el hidrolisis del sustrato cromogénico ONPG y CPRG. EL ONPG hidrolizado presenta una coloración amarilla luego del periodo de incubación, el cual dura entre 24 a 28 horas, mientras que el CPRG hidrolizado presenta una coloración de roja a magenta luego del periodo de incubación de 24 a 48 horas. Cualquiera de estas condiciones señala la presencia de coliformes totales en el agua. (American Public Health Association, 2017).

En cuanto al parámetro de Escherichia Coli, el método estándar 9223B, igualmente consiste en mezclar la muestra con un sustrato de enzimas que han sido previamente preparadas comercialmente. La enzima de Beta-glucuronidase, enzima producida por la Escherichia Coli, es detectada por el hidrolisis del sustrato fluorescente MUG. El MUG hidrolizado presenta una

coloración azul fluorescente al ser observado bajo la baja luz ultravioleta de longitud de ondas largas de aproximadamente 366 nm, esto indica que el agua contiene Escherichia Coli.

El segundo usado para el análisis del parámetro de Coliformes Fecales fue el Método Estándar 9222G; Técnica de Filtro de Membrana para Miembros del Grupo de Coliformes – Procedimiento de Filtro de Membrana de Coliformes Fecales. Este método consiste en filtrar el agua de la muestra por un filtro de membrana microporosa de 0,65 mm. Se coloca a la membrana en mFC agar la cual contiene anilina azul, el cual funciona como indicador. Se incuba la muestra a 44,5°C en un período entre 22 a 24 horas. Después de este período, se procede a contabilizar directamente de la superficie a las colonias. Las colonias que presenten varios tonos de azul indican la presencia de Coliformes Fecales. Esta coloración azul indica la capacidad de fermentar la lactosa a ácido. (Corpas & Herrera, 2012) (American Public Health Association, 2018)

### **Criterios de Evaluación.**

De acuerdo a la metodología propuesta por Héctor Rubio, denominada como “Recreational Water Quality Index (RWQI)”, la cual es un Índice para la Calidad de Agua Recreacional aplicable a la presente investigación. (Rubio-Arias, y otros, 2016). Para el uso de este índice, se empieza utilizando la siguiente fórmula:

$$RWQI = \frac{\sum W_i P_i}{\sum P_i} K$$

Donde:

**RWQI:** Índice para la Calidad de Agua Recreacional.

**W<sub>i</sub>:** Peso específico del parámetro expresado en un rango del 1 a 4.

**Pi:** Nivel óptimo del parámetro analizado expresado en un rango de 1 a 2.

**K:** Variable Constante cuyo valor puede ser 0,50, 0,75 o 1.

De acuerdo con la literatura, el cálculo del índice de calidad se lo realiza en tres momentos. Primero, se le atribuye el peso específico al parámetro en cuestión. Esto se hará acorde al impacto que genera la presencia del parámetro en la calidad del agua. Segundo, se procederá a valorar el parámetro según los resultados obtenidos en los análisis de agua. Para ello, se debe comparar con los límites máximos permisibles de las diferentes normativas, si el parámetro no sobrepasa dicho límite, su valor será 1; caso contrario, su valor será 2. Y, por último, el valor de la constante K se valorará según las características físicas del agua observadas al momento de realizar el muestreo. Es decir, su valor será de 0,50, si el agua no presenta contaminación aparente; su valor será 0,75, si el agua está levemente turbia; y, el valor será de 1, si el agua presenta contaminación aparente. Cabe recalcar que esta metodología es subjetiva, es decir, de acuerdo a las observaciones del autor. (Rubio-Arias, y otros, 2016)

Luego, al ya tener los resultados del índice por cada punto de muestreo realizado, se procede a valorar la calidad del agua acorde al rango expresado en la guía, para ello se realizó la siguiente tabla:

*Cuadro 5: Criterios Microbiológicos y Escala de Colores para evaluar la Calidad de Agua para Uso Recreacional*

<b>RANGO</b>	<b>ESCALA DE COLOR</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE AGUA PARA USO RECREATIVO</b>
$\leq 2,0$		Calidad de agua inadecuada para uso recreativo
2,0 - 2,8		Calidad de agua aceptable para uso recreativo
$\geq 2,8$		Calidad de agua excelente para uso recreativo

**Fuente:** (Rubio-Arias, y otros, 2016)

## Resultados.

A continuación, se puede observar en la tabla los resultados obtenidos de los análisis de agua de los dos puntos de muestreo del Río Santa Rosa, sector de “El Guayabo”, cuyos informes oficiales se detallan en el Anexo # 1, 2, 3 y 4. Asimismo, se establecen los límites máximos permisibles de las diferentes normativas nacionales e internacionales, que fueron creadas para regular la calidad de agua cuyo fin será el uso recreativo.

*Cuadro 6: Resultados de los Análisis de Agua*

Resultados	Límite Máx. Permisible <sup>1</sup>						
	P 1	P 2	A	B	C	D	E
Variable							
<b>Coliformes Totales</b>	2850,0	5480,0	2000	-	-	-	1000
<b>Coliformes Fecales</b>	31,3	122,3	200	-	-	-	200
<b>Escherichia Coli</b>	1100,0	2020,0	-	126	900	0	-

**Elaborado por:** Los Autores

---

<sup>1</sup> A: Tulsma - Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, Acuerdo Ministerial 097A, Tabla 6 para Calidad de Aguas para fines recreativos mediante contacto primario.

B: Estados Unidos - Environmental Protection Agency: Water Quality for Recreational Use (Calidad del Agua para Uso Recreacional) - Tabla 2.

C: España - Real Decreto 1341/2007 sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño. Anexo I: Parámetros obligatorios y valores para evaluación anual - Agua Continental.

D: Perú - Estándares de Calidad Ambiental para Agua: Categoría 1: Poblacional y Recreacional, Subcategoría B: Aguas Superficiales destinadas para recreación.

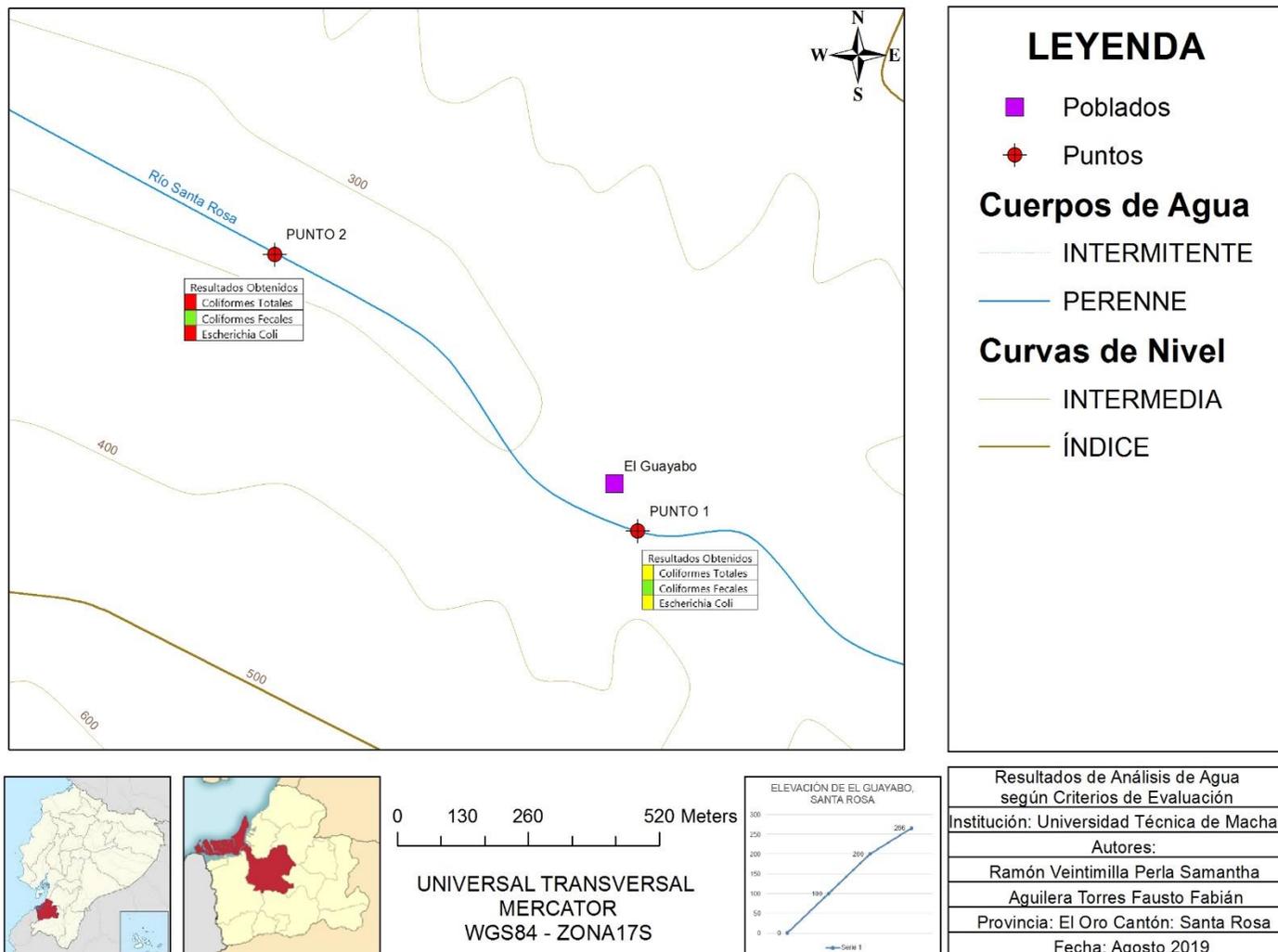
E: Cuba - Norma Cubana para el uso del agua: Tabla 1: Indicadores de la calidad microbiológica del agua en los lugares de baño y sus requerimientos. NC-97-03:92

De acuerdo con la tabla de los resultados obtenidos en los análisis de agua, y los límites máximos permisibles de las diferentes normativas nacionales e internacionales, se puede determinar que los parámetros de Coliformes Totales y Escherichia Coli están por encima de los límites máximo permisibles, siendo así catalogados como parámetros contaminantes del río, mientras que el parámetro de Coliformes Fecales se encuentra por debajo del límite.

Mapa 3: Resultados Obtenidos según Criterios de Evaluación

ECUADOR  
1:9.850

### RESULTADOS DE ANÁLISIS DE AGUA SEGÚN CRITERIOS DE EVALUACIÓN



**Resultados de los Criterios de Evaluación.**

*Cuadro 7: Valoración Ambiental Bacteriológica mediante la determinación del Índice de Calidad para Agua Recreacional para el parámetro Coliformes Totales*

<b>COLIFORMES TOTALES</b>					
<b>GRADO DE CONTAMINACIÓN POR ESCALA DE COLORES</b>			<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>Resultado de RQWI - Escala de Colores</b>
<b>RANGO</b>	<b>ESCALA DE COLOR</b>	<b>CALIDAD DE AGUA PARA USO RECREATIVO</b>			
$\leq 2,0$		Calidad de agua inadecuada para uso recreativo	P 1	2,25	
2,0 - 2.8		Calidad de agua aceptable para uso recreativo			
$\geq 2,8$		Calidad de agua excelente para uso recreativo	P 2	1,50	

**Elaborado por:** Los Autores

De acuerdo a los resultados obtenidos con la fórmula antes mencionada en cuanto al parámetro de Coliformes Totales, lo cual se puede observar en la tabla con escala de colores, se tiene que el agua del Río Santa Rosa en el primer punto tiene una calidad de agua aceptable para el uso recreativo, mientras que el agua en el punto 2 cuenta una calidad no adecuada para el uso recreativo que se le da aguas abajo.

Esto nos indica que definitivamente existen trazas de materia orgánica fecal en el río, y que esta puede ser tanto de origen humana como de origen animal. Se ha concluido que en el primer punto de muestreo la afectación por este parámetro se da debido a las descargas de aguas de las distintas fincas encontradas por arriba del Sitio “El Guayabo”, y que la afectación en el segundo punto de muestreo se da debido a las descargas de las aguas negras de los domicilios del sector, el cual por ser un sitio rural puede desechar materia orgánica fecal humana como animal.

Cuadro 8: Valoración Ambiental Bacteriológica mediante la determinación del Índice de Calidad para Agua Recreacional para el parámetro Coliformes Fecales

COLIFORMES FECALES					
GRADO DE CONTAMINACIÓN POR ESCALA DE COLORES			PUNTOS DE MUESTREO	RESULTADOS	Resultado de RQWI - Escala de Colores
RANGO	ESCALA DE COLOR	CALIDAD DE AGUA PARA USO RECREATIVO			
≤ 2,0		Calidad de agua inadecuada para uso recreativo	P 1	3,75	
2,0 - 2.8		Calidad de agua aceptable para uso recreativo			
≥ 2,8		Calidad de agua excelente para uso recreativo	P 2	2,5	

Elaborado por: Los Autores

Luego de haber aplicado la fórmula del RWQI, se obtuvo que el agua del Río Santa Rosa tiene una calidad de agua excelente para el uso recreativo, esto en cuanto al parámetro de Coliformes Fecales. Cabe recalcar que este resultado se obtuvo puesto que los resultados del análisis de agua en cuanto a este parámetro, no supera los límites máximos permisibles establecidos en las normativas.

Esto supone que hubo alguna clase de interferencia durante el muestreo. En la literatura que nos presenta el libro de Métodos Estándares de Análisis de Agua indica que algunas de las fuentes de interferencia son: alta turbiedad, compuestos tóxicos, organismos dañados por la presencia de cloro y la alta presencia de otras bacterias en el agua. Se puede decir que certeza que en el segundo punto de muestreo había alta presencia de turbiedad y se conoce que existen compuestos tóxicos en el río por debido a la explotación minera. Por lo tanto, se cree que el río si tiene alta presencia de coliformes fecales pero su concentración se vio comprometida por la presencia de los factores antes mencionados.

Cuadro 9: Valoración Ambiental Bacteriológica mediante la determinación del Índice de Calidad para Agua Recreacional para el parámetro *Escherichia Coli*

<b>ESCHERICHIA COLI</b>					
<b>GRADO DE CONTAMINACIÓN POR ESCALA DE COLORES</b>			<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>Resultado de RQWI - Escala de Colores</b>
<b>RANGO</b>	<b>ESCALA DE COLOR</b>	<b>CALIDAD DE AGUA PARA USO RECREATIVO</b>			
≤ 2,0		Calidad de agua inadecuada para uso recreativo	P 1	2,25	
2,0 - 2.8		Calidad de agua aceptable para uso recreativo			
≥ 2,8		Calidad de agua excelente para uso recreativo	P 2	1,5	

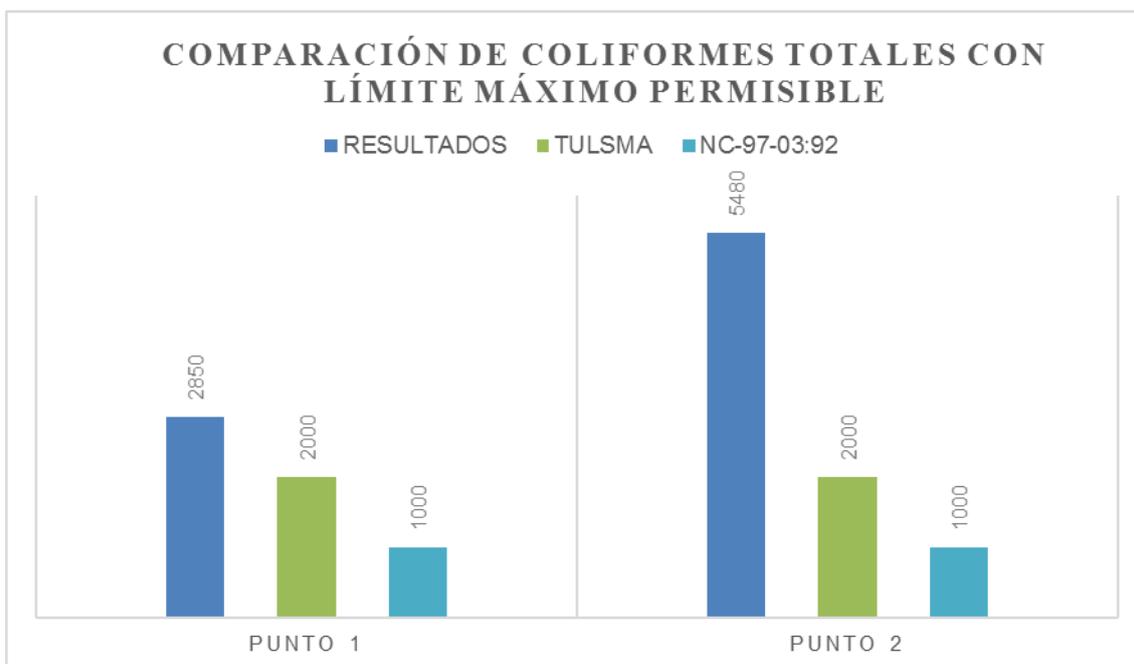
**Elaborado por:** Los Autores

En la tabla se representa los resultados obtenidos de la fórmula RQWI para el parámetro de Escherichia Coli. Se obtuvo que en el Punto 1, la calidad del agua se encuentra en un rango aceptable para el uso recreativo; mientras que en el Punto 2, la calidad del agua está en un rango no adecuado para el uso recreativo en el Río Santa Rosa. El parámetro de Escherichia Coli es un indicador de contaminación fecal en el agua, asimismo como el parámetro de Coliformes Totales, esta contaminación puede ser de origen humana como animal. Por lo tanto, los resultados nos indican que existe la contaminación fecal en el agua desde el primer punto de muestreo, y que, por ello, la actividad recreacional en el agua no es recomendada.

### ***Gráficos Estadísticos.***

El análisis de los resultados bacteriológicos de la calidad de agua del Río Santa Rosa, sector El Guayabo, se lo ha realizado mediante gráficos estadísticos para mostrar la variación entre los resultados obtenidos y los límites máximos permisibles de las diferentes normativas.

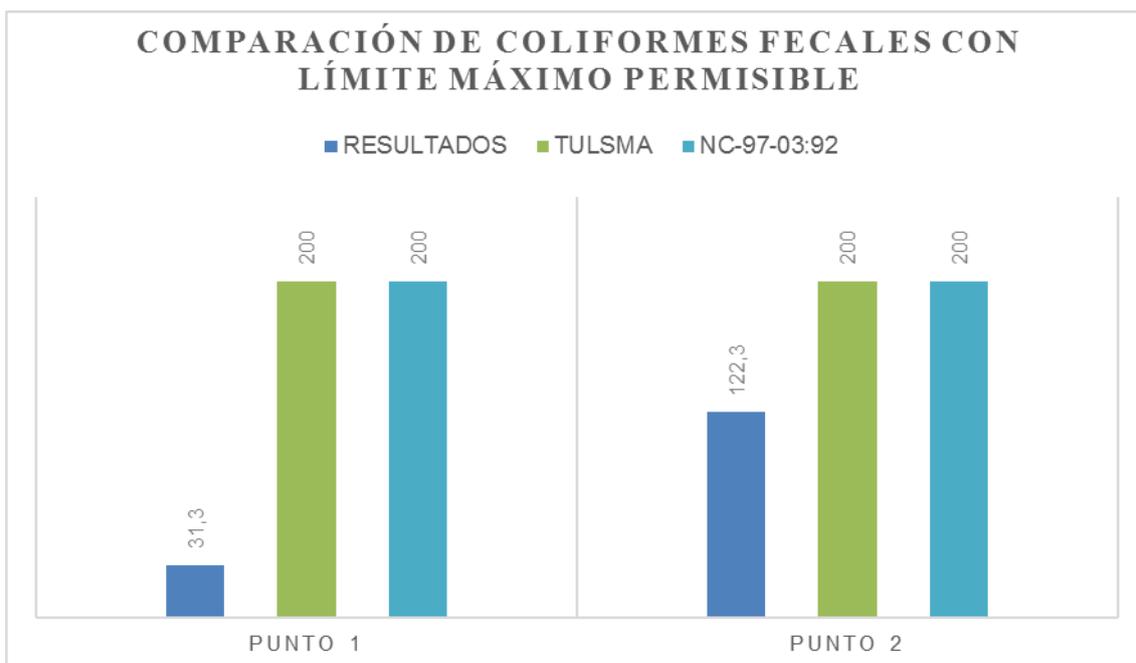
*Gráfico 1: Comparación de los Resultados del parámetro Coliformes Totales con la respectiva Normativa*



**Elaborado por:** Los Autores

De acuerdo con el gráfico, se puede observar que tanto el punto 1 (previa a la descarga), como en el punto 2 (post descarga) sobrepasan el límite máximo permisible establecido en las normativas del Tulsma y la Normativa Cubana. Siendo el punto 2, el que sobrepasa el límite por más del 100%.

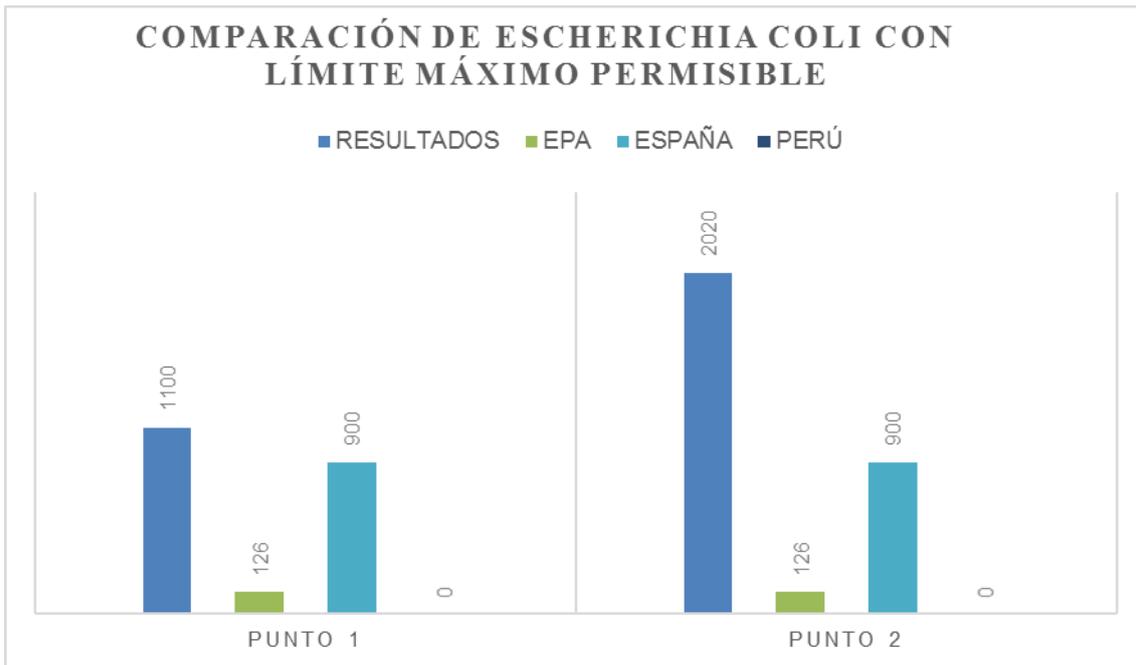
*Gráfico 2: Comparación de los Resultados del parámetro Coliformes Fecales con la respectiva Normativa*



**Elaborado por:** Los Autores

Según los resultados obtenidos de los análisis de agua, y al compararlos con los límites máximos permisibles de las normativas nacionales e internacionales, se obtuvo que el parámetro de Coliformes Fecales no sobrepasa ninguno de los límites establecidos en la normativa del Tulsma ni la de la normativa Cubana NC-97-03:92.

Gráfico 3: Comparación de los Resultados del parámetro Escherichia Coli con la respectiva Normativa



**Elaborado por:** Los Autores

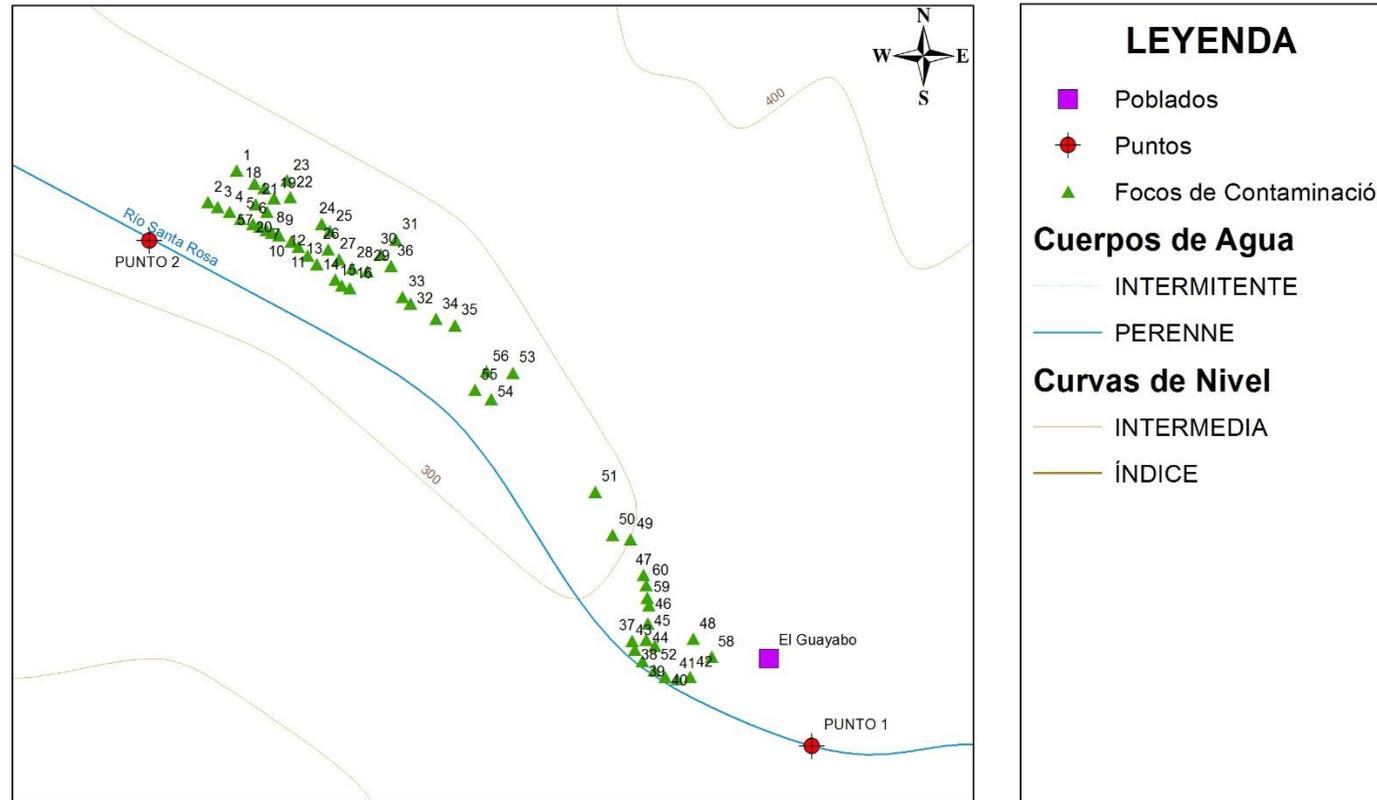
Se puede observar en el gráfico de los resultados obtenidos que en ambos puntos de muestreo se sobrepasa el límite máximo permisible establecido en las diferentes normativas, especialmente a la normativa de la calidad del agua para uso recreacional de EPA y la de descargas en aguas superficiales de Perú, siendo el punto 2 el cual excede el límite 16 veces.

Con los análisis efectuados en el río Santa Rosa, sector “El Guayabo” se pudieron denotar varios focos de contaminación al recurso hídrico, uno de los más importantes son las descargas de materia orgánica proveniente de actividades ganaderas aledañas y el vertido de aguas negras directamente al río desde de las viviendas del mismo sitio. Dando como resultado un aumento en la composición biológica del río, superando los límites máximos permisibles en las normativas para uso recreativo de contacto directo, teniendo en cuenta que una carga alta de bacterias en el agua puede provocar tifoidea, dolores de estómago, diarreas a las personas que hacen uso de este recurso hídrico.

Mapa 4: Focos de Contaminación de la Zona de Estudio

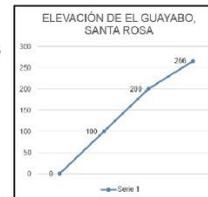
ECUADOR  
1:5.800

**FOCOS DE CONTAMINACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO**



0 75 150 300 Meters

UNIVERSAL TRANSVERSAL  
MERCATOR  
WGS84 - ZONA17S



**LEYENDA**

- Poblados
- Puntos
- ▲ Focos de Contaminación

**Cuerpos de Agua**

- INTERMITENTE
- PERENNE

**Curvas de Nivel**

- INTERMEDIA
- ÍNDICE

Focos de Contaminación de la Zona de Estudio
Institución: Universidad Técnica de Machala
Autores:
Ramón Veintimilla Perla Samantha
Aguilera Torres Fausto Fabián
Provincia: El Oro Cantón: Santa Rosa
Fecha: Agosto 2019

## **Análisis del Contexto y Desarrollo de la Matriz de Requerimientos**

### **Análisis de contexto.**

El Guayabo cuenta con varias actividades económicas, como son: ganadería, minería y turísticas, las cuales incrementan el flujo de personas en el sector dando como resultado un incremento no planificado de la población la cual carece de servicios básicos como el alcantarillado público. Al no contar con este servicio y la falta de cultura ambiental, la población ha optado por la alternativa más fácil como es la descarga directa de aguas negras a los cuerpos de agua más cercanos, generando una alteración microbiológica en la composición natural del agua.

La presente investigación se basa en el análisis bacteriológico ambiental del río Santa Rosa, en el sector de El Guayabo y su relación con las actividades turísticas de contacto primario en los sectores que se ubican aguas abajo y posteriormente su uso para consumo humano luego de pasar por la planta de tratamiento de aguas residuales mediante tuberías ubicadas en el sector el Vado determinando así la problemática socio-ambiental debido a la falta de alcantarillado en el sector.

Mediante los análisis microbiológicos realizados en la zona de influencia directa dan como resultado una variación de los parámetros como: Coliformes Totales y Escherichia Coli, los cuales sobrepasan el límite máximo permisible en la normativa internacional. Sin embargo, existe una variación en los coliformes fecales sin llegar a sobrepasar el límite máximo permisible. Creando así, una problemática evidente en las personas que deseen utilizar este recurso para los diferentes usos antes mencionados. Cabe recalcar, que los análisis indican la presencia de contaminación fecal en el río, pero no exactamente humano. Lo que nos quiere decir que, más que las aguas negras de los domicilios, son las aguas negras de las fincas y/o establos de la zona quienes contaminan el río.

**Matriz de Requerimientos.**

*Cuadro 10: Matriz de Requerimientos*

<b>PROBLEMA</b>	<b>CAUSA</b>	<b>EFFECTOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>REQUERIMIENTO</b>
Descarga directa de aguas negras al río Santa Rosa provenientes del Sitio “El Guayabo”.	Inexistencia de alcantarillado público en el sector.	Aumento de la presencia de los parámetros biológicos en el agua.	Determinar las alternativas para el tratamiento de aguas negras.	Alternativas de sistemas de tratamiento de agua
	Poca o nula conciencia ambiental sobre los impactos del agua residual hacia el recurso hídrico	Contaminación del río por la presencia de aguas negras y sus microorganismos.	Prevenir la descarga directa de aguas negras al río.	

**Elaboración:** Los Autores

### **Selección De Requerimiento A Intervenir: Justificación**

En la realización de la justificación de los requerimientos se debe considerar las normativas nacionales como; es el TULSMA, en el Acuerdo Ministerial 097A, tabla 6, normativas internacionales, como también a la normativa estadounidense EPA, normativa española como es el Real Decreto 1341/2007 sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño, la normativa peruana para la calidad ambiental para agua superficial destinada al uso recreativo y la normativa cubana NC: 97-03:92, las cuales determinan los límites máximos permisibles de agua dulce para uso recreativo de contacto primario en el sector estudiado. Sin embargo, el sitio de “El Guayabo” no cuenta con alcantarillado público ni con una planta de tratamiento de aguas residuales, por ende, el agua residual proveniente de los diferentes domicilios es descargada directamente al río lo cual ha generado una alteración en la composición natural de este recurso.

Por ello, se plantea el diseño de un tanque séptico comunitario que tiene como beneficio la recolección de las aguas negra, minimizando los impactos negativos generados hacia el Río Santa Rosa, ya que la mayoría de la materia orgánica fecal, microorganismos patógenos, grasas u otros componentes se quedan almacenados en los tanques sépticos, los cuales por digestión anaerobia van disminuyendo la cantidad de los lodos que existen en el interior, reduciendo la cantidad de materia orgánica en el río.

## **Capítulo II: Propuesta Integradora**

### **Diseño de un Tanque Séptico Comunitario para las Descargas de Aguas Negras de los Domicilios del Sitio “El Guayabo”**

#### **Descripción de la Propuesta**

La propuesta se basa en el requerimiento de la investigación por motivo de la mala disposición de las aguas negras que tiene el sitio “El Guayabo”. Esto se debe a que en el sector no existe el servicio de alcantarillado público, y tanto las viviendas como las actividades ganaderas vierten sus aguas directamente al río Santa Rosa sin un previo tratamiento. El impacto que se genera es un cambio en la composición natural del agua, lo cual a su vez genera un efecto paisajístico negativo por la presencia de materia orgánica y aumento de algas en las orillas del río, dando como resultado un aspecto físico diferente y un declive en las actividades turísticas en los sectores aguas abajo. Por otro lado, existe una disminución de las especies acuáticas las cuales han migrado por motivo de la problemática evidente en el sector.

Para ayudar a este sector con su problemática se ha establecido el diseño de un tanque séptico. Por lo general, este tipo de infraestructuras se efectúan en pequeñas localidades donde las viviendas están concentradas o poco divididas, y que por razones topográficas no pueden tener una red de alcantarillado que se conecten a los colectores principales. El objetivo principal del tanque séptico será de crear una estabilidad hidráulica donde las partículas pesadas que llegan a través de tuberías se van a sedimentar en el fondo formando una capa de lodo la cual deberá ser removida periódicamente en forma mecánica o manual.

## **Objetivos de la Propuesta**

### **Objetivo General.**

Diseñar un tanque séptico comunitario en el Sitio “El Guayabo” para disminuir la descarga de aguas negras, y, por ende, la materia orgánica en el Río Santa Rosa fomentando el uso recreativo del río aguas abajo.

### **Objetivos Específicos.**

- Dimensionar el tanque séptico en base a las descargas de aguas negras del Sitio “El Guayabo”.
- Proyectar la vida útil del tanque séptico según la tasa de crecimiento del sector.
- Monitorear periódicamente la calidad microbiológica del agua.

## **Componentes de Estructurales**

### **Descripción del Tanque Séptico.**

El tanque séptico tiene uno o más compartimentos, los cuales deben ser impermeables, de forma cilíndrica o rectangular y contar con continuo escurrimiento. Este tanque no solo recibirá las heces humanas (aguas negras) sino también aguas grises provenientes de actividades dentro de los hogares del sitio. (Andrade, Von Sperling, & Manjate, 2017). Para la construcción de este sistema de tratamiento de aguas residuales tenemos que tener en cuenta que hay diferentes materiales con los cuales puede ser construido, sin embargo, para poder abastecer una población rural como es el sitio “El Guayabo” se lo debe realizar de concreto. Además, estos tanques sépticos deben contar con deflectores los cuales reducen la velocidad del agua evitando así fallas durante el funcionamiento del mismo. (Organización Panamericana de la Salud, 2005) (Comisión Nacional del Agua, 2016).

Este sistema de tratamiento de aguas residuales está compuesto por:

- Cámara de rejas
- Tanque séptico
- Pozos de infiltración o campo de percolación
- Disposición de lodos

***Ventajas y Desventajas.***

*Cuadro 11: Ventajas y Desventajas de la Implementación del Tanque Séptico*

<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
Se lo puede construir en zonas rurales.	Su uso es limitado para un aproximado de 3500 familias.
No requieren constante mantenimiento.	El terreno debe ser permeable que facilite la infiltración del agua.
Bajo costo de construcción y mantenimiento.	Se necesita agua constante a través de tuberías
La cantidad de lodos generados son poco significativos.	Requiere de un mecanismo para la remoción de lodos

**Fuente:** (Comisión Nacional del Agua, 2016)

***Funcionamiento.***

El tanque séptico es un sistema para el tratamiento de aguas residuales que cumple tres funciones específicas: la sedimentación, almacenamiento y digestión de sólidos. a continuación, se detallan los diferentes procesos dentro del tanque. (Comisión Nacional del Agua, 2016) (Rosales, 2008)

El agua residual proveniente de las viviendas fluye a través de tuberías hasta el tanque séptico por medio de un sistema de bombeo. Una vez que estén dentro del tanque, los sólidos se precipitan hasta el fondo, esto se debe a que el agua fluye a bajas velocidades, y las grasas y aceites quedan en la superficie formando una capa de nata o espuma. Por lo general, esto ayuda a que no haya movimientos bruscos del líquido y lo aísla del aire. (Comisión Nacional del Agua, 2016)

Los sólidos que quedan retenidos en el fondo del tanque permanecerán ahí un tiempo mientras se origina la reducción del material fecal mediante bacterias anaerobias. Por este motivo, una parte de la materia orgánica en forma sólida pasa a la forma líquida y gaseosa reduciendo así la cantidad de lodos, mientras el resto de agua fluye a través de gravedad, pero ya más clarificada. (Comisión Nacional del Agua, 2016)

Los porcentajes de demanda química de oxígeno (DBO) y sólidos suspendidos (SS) suelen tener una disminución entre el 30 y el 60%. En los tanques sépticos intervienen procesos naturales en los cuales las bacterias actúan en la ausencia de oxígeno transformando la materia orgánica (proteínas, grasas, carbohidratos) a materiales oxidados como el metano, nitritos y nitratos, anhídrido carbónico. (Comisión Nacional del Agua, 2016)

### **Componentes del Tanque Séptico.**

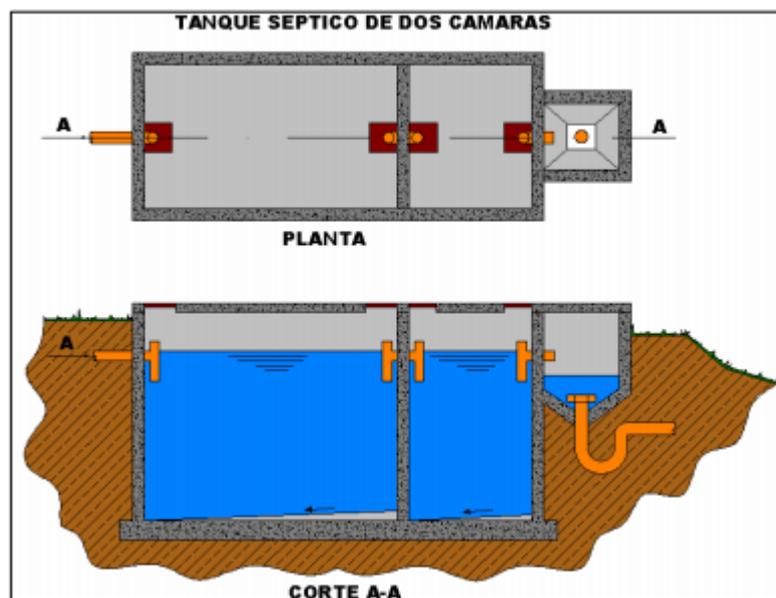
#### ***Tanque séptico.***

La estructura será desarrollada en material de concreto con forma rectangular. Las dimensiones serán determinadas de acuerdo a la población rural de este sector y tendrán dos buzones para inspección al ingreso y salida del tanque. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

*Ingreso:* Tuberías PVC desde las viviendas del sector hasta el tanque con una tubería en forma de T, que va a permitir verter las aguas negras por debajo del nivel de agua del tanque. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

*Salida:* Se utilizará una T de PVC y estará ubicada en un nivel más abajo que la T que se encuentra en el ingreso. (Organización Panamericana de la Salud, 2005)

*Ilustración 8: Esquema de un Tanque Séptico*



**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2006)

### ***Estaciones de Bombeo.***

Interviene la instalación de bombas centrífugas cuando no se tiene el fenómeno de gravedad, la cual se debe ubicar después del proceso de cribado. (Organización Panamericana de la Salud, 2006). Los componentes que van a intervenir son:

- *Casa de Bombas:* Es el sitio específico donde se ubican las bombas e instalaciones eléctricas, esta área debe estar ubicada en una zona segura donde no puedan causar daño fenómenos naturales. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

- *Equipos:* Deben ser equipos eléctricos los cuales deben tener una interrupción automática para el arranque y parada. se instalarán dos equipos con una capacidad igual al caudal del diseño de los pozos. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Cámara de Reunión:* Esta estructura deberá ser construida de concreto armado. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Estación de suministro de energía:* Está compuesto por cableado eléctrico desde la estación hasta el transformador de la red pública. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

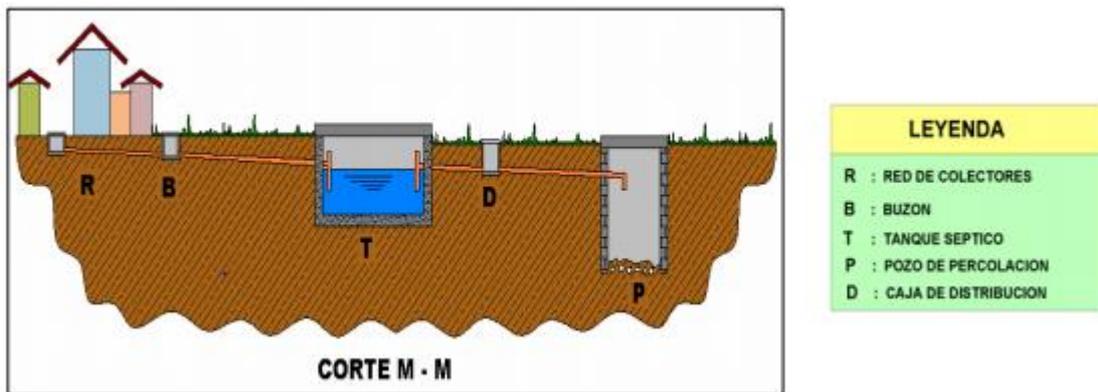
#### ***Pozos y Zanjas de percolación.***

Los efluentes que provienen del tanque séptico serán vertidos en pozos excavados los cuales deben tener un tipo de topografía favorable para que las aguas se infiltren. (Organización Panamericana de la Salud, 2006). A continuación, se detallarán los componentes que influyen dentro de este sistema:

- *Caja de distribución:* Debe ser una estructura a base de concreto cuando se dispone de más de un pozo. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Tubería de ingreso:* Es una tubería que va entre la salida del tanque séptico y el punto de descarga en el pozo de percolación. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Pozos de percolación:* Son excavaciones y las paredes deben ser de piedra, ladrillo o bloques de concreto para que se pueda dar el fenómeno de infiltración. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

- *Techo:* Debe ser una losa de concreto armado y cubrir toda la zona. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Buzón de inspección:* Estos se ubican en la parte superior de la losa, deben ser de forma cuadrada con un diámetro de 0,60m. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

*Ilustración 9: Esquema de Campos y Zanjas de Percolación*



**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2006)

### ***Campo de percolación.***

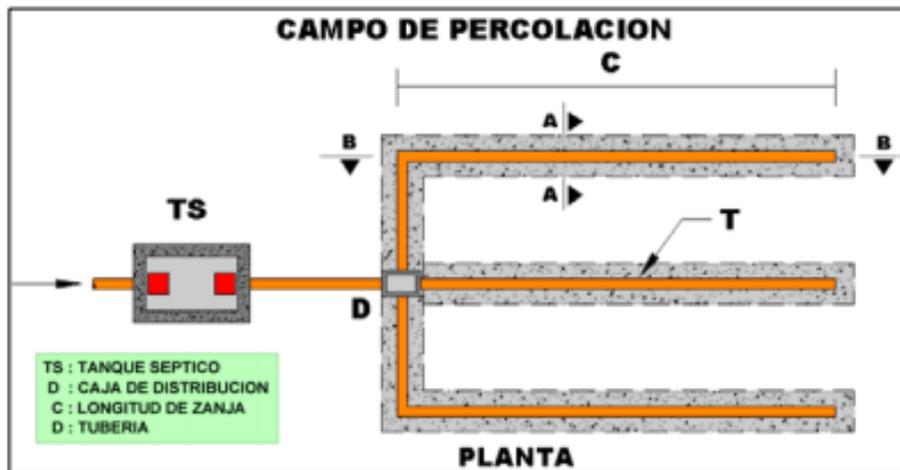
En esta zona se realiza el vertido del agua que proviene de los tanques sépticos y está compuesta por las tuberías de drenaje. (Organización Panamericana de la Salud, 2006). Este sistema cuenta con varios componentes:

- *Caja de distribución:* Esta caja nos sirve para repartir el efluente que provienen de los tanques sépticos hacia los diferentes drenajes. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Zanja de percolación o infiltración:* Se debe realizar una excavación profunda donde se colocarán 3 capas: la primera capa estará compuesta por grava y arena, donde se ubica el tubo de drenaje; la segunda capa será solo de grava y tendrá la función de

cubrir la tubería de drenaje; y, la tercera capa estará compuesta por tierra para poder cubrir hasta la superficie del terreno. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

- *Tuberías de drenaje:* Estas se ubican en la zanja, ya que el drenaje de los efluentes se lo realizará por medio de perforaciones a toda la tubería. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).
- *Caja de inspección:* Sirve para la inspección los drenajes y poder regular los efluentes. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

*Ilustración 10: Esquema del Campo de Percolación*



**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2006)

### *Disposición de Lodos.*

*Vertimiento en sistemas existentes de alcantarillado:* La empresa pública municipal deberá realizar la remoción de los lodos que se encuentran en los pozos sépticos y deben ser vertidos en lugares autorizados. (Organización Panamericana de la Salud, 2006).

### ***Mantenimiento de Tanque Séptico.***

#### ***Arranque.***

Antes de que el tanque séptico se ponga en funcionamiento se debe depositar agua y con lodo proveniente de otro tanque para que los microorganismos se desarrollen y así facilitar el proceso, con el fin de que el tanque tenga una cantidad de microorganismos aconsejables se recomienda ponerlo en marcha en épocas de mayor temperatura. (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

#### ***Limpieza del Tanque Séptico.***

A los tanques sépticos comunitarios se les debe inspeccionar cada seis meses por la cantidad de materia orgánica que estos almacenan. Al momento de abrir la tapa del tanque séptico para realizar una inspección se debe tener en cuenta que no haya elementos los cuales puedan provocar una explosión debido a los gases que se encuentran acumulados dentro. (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

Se debe realizar la limpieza del tanque antes que se acumule en grandes cantidades la nata y los lodos, se lo debe limpiar cuando el fondo de la capa de nata se encuentra a ocho centímetros por encima de la parte más baja del deflector o del dispositivo de salida, o también cuando las capas de los lodos se encuentren a 0,30 centímetros por debajo de la salida. (Organización Panamericana de la Salud, 2005).

### **Consideraciones Especiales.**

- Se debe contar con la presencia de un ingeniero que esté en la obra.
- Se deberá contar con un área extensa para los diferentes procesos de tratamiento.
- No se deben utilizar tanques sépticos en paralelo.

- La construcción del tanque séptico deberá realizarse como mínimo a 2 metros desde las viviendas.
- Su estructura debe ser construida de concreto o concreto reforzado.
- Los tanques sépticos no deben ser construidos en áreas de zonas pantanosas o inundables.
- Si el tanque séptico es de gran tamaño se debe reforzar el fondo según las condiciones que cuente el terreno.

### **Dimensionamiento del Tanque Séptico**

En la actualidad, el sitio “El Guayabo” cuenta con 60 viviendas, en donde se estima que viven un promedio de 3,65 personas por vivienda, por lo tanto, se calcula un aproximado de 230 personas en total viviendo en el sector de estudio. La vida útil de un tanque séptico se fija en 20 años, si el mismo cuenta con una buena infraestructura y mantenimiento. En este tiempo, y según el coeficiente de crecimiento población que tiene el país, el cual es de 0,15, se estima que en 20 años la población crecerá a 299 personas y 82 viviendas. De acuerdo con la OMS, el consumo diario de agua por persona es de 200 litros, dicha agua sería consumida dentro del hogar ya sea para actividades de cocina, de baño y otros usos que se le pueda dar al recurso hídrico dentro de un hogar. (Organización Mundial de la Salud, 2011). Con este dato se estima que en 20 años en el sector se consumirán 59800 litros al día, es decir, 38,87 m<sup>3</sup> al día.

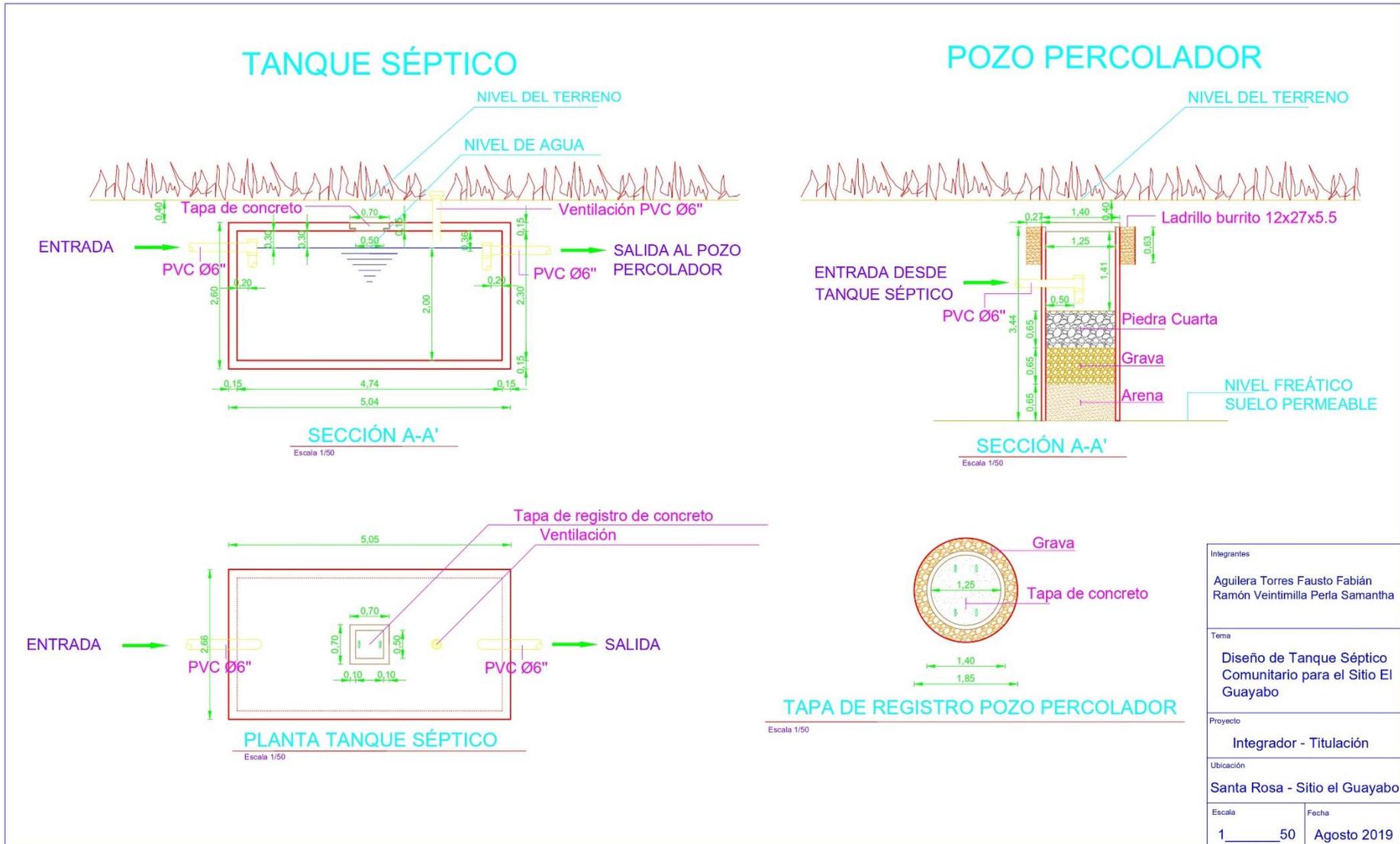
Cabe recalcar que el valor total del consumo de agua del sector es igual a la cantidad de agua residual que ingresará al tanque séptico, es decir que el caudal de ingreso será igual a 38,87 m<sup>3</sup> al día. Dentro del tanque se producirán varios procesos, el primero sería el tiempo de retención hidráulico, el cual es igual a 6 horas, que es considerado el tiempo mínimo de retención de las aguas residuales dentro del tanque. Luego, se produce lo que es la

sedimentación de los lodos, cuyo volumen se estima que será de  $9,717 \text{ m}^3$  de residuos que se almacenarán en el tanque. El tiempo de digestión anaerobia que se producirá de dichos lodos será de 44 días a una temperatura de  $24^\circ\text{C}$ . Por lo tanto, el volumen de almacenamiento de lodos que estarán en el tanque entre cada limpieza anual será de  $11,96 \text{ m}^3$ . Y también se debe considerar el volumen de las natas o espumas, el cual será de  $0,7 \text{ m}^3$ .

Se puede decir que el volumen total de aguas residuales que habrá dentro del tanque séptico será de  $22,677 \text{ m}^3$ , este valor es la suma del volumen de sedimentación, almacenamiento de lodos y de espumas. Con este dato se puede proceder a calcular las dimensiones del tanque, el cual tendría un área total de  $11,19 \text{ m}^2$ , ancho de  $2,36 \text{ m}$  y una longitud de  $4,74 \text{ m}$ . Se debe denotar que la profundidad del tanque será de  $2,3 \text{ m}$ , este valor se consigue mediante el cálculo de la profundidad de espumas, sedimentación, almacenamiento de lodos y una profundidad de seguridad, esta servirá para aquellas ocasiones en las cuales se producirá un caudal mayor al ya mencionado. Habiendo ya calculado las dimensiones totales del tanque séptico, se debe mencionar que será construido bajo el nivel del suelo, hecho de concreto, contará con tres tubos para el ingreso del caudal, su salida y la debida ventilación del tanque. Asimismo, contará con una tapa que se pueda abrir y cerrado cada determinado tiempo para su respectiva limpieza, cuyas dimensiones serán de  $0,70 \text{ m} \times 0,70 \text{ m}$ .

Finalmente, se procederá a calcular lo que serían las dimensiones del pozo percolador. Para ello, se utilizó una fórmula de acuerdo a las personas contribuyentes, es decir, la cantidad de pobladores del sector que producirán aguas negras. Se obtuvo que el diámetro total del pozo sería de  $1,25 \text{ m}$  con una profundidad total de  $3,44 \text{ m}$ . Este pozo contará con el tubo de ingreso del caudal, una tapa hecha de concreto, bloques a cada lado para generar mayor estabilidad y contará con tres filtros naturales como es la piedra, grava y arena. Se debe tener en cuenta que el fondo del pozo será abierto para la debida filtración del agua hacía el río.

Plano 1: Tanque Séptico



**Fases de Implementación**

*Cuadro 12: Cronograma de Actividades*

ACTIVIDADES	TIEMPO													
	MES 1				MES 2				MES 3				M4	
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	
<b>PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>														
Preparación del terreno														
<b>CONSTRUCCIÓN DEL TANQUE</b>														
Excavación de zanja														
Colocación de tubería														
Excavación del hoyo del tanque														
Colocación de arena y grava														
Construcción del fondo del tanque														
Reforzamiento														

<b>Aplicación de concreto</b>													
<b>Cobertura de cemento</b>													
<b>Construcción de tapa del tanque</b>													
<b>Fijación de manijas</b>													
<b>Cobertura de concreto</b>													
<b>Construcción de paredes del tanque</b>													
<b>Reforzamiento</b>													
<b>Aplicación de concreto</b>													
<b>Cobertura de paredes</b>													
<b>Aplicación de mortero</b>													
<b>Aplicación de extensiones de tuberías</b>													
<b>Excavaciones de zanja para sistema de percolación</b>													
<b>Colocación de agua en espacios libres</b>													

<b>Chequeo del tanque</b>														
<b>Remoción de material de cobertura y madera</b>														
<b>Cobertura del tanque con tierra</b>														
<b>Funcionamiento</b>														
<b>Vida Útil Estimada</b>	20 años													
<b>Mantenimiento</b>														
<b>Inspección</b>	Semestral													
<b>Limpieza</b>	Anual													

**Elaborado por:** Los Autores

**Fuente:** (Organización Panamericana de la Salud, 2006)

## Recursos Logísticos

*Cuadro 13: Cuadro de Costos de la Implementación del Tanque Séptico*

Recurso o Herramienta	Unidad	Cantidad	P. Unitario	P. Total
Palas	U	3	8,00	24,00
Carretilla	U	1	40,00	40,00
Cemento	U	10	8,25	82,50
Ladrillo	U	20	1,00	20,00
Madera	U	15	7,84	117,60
Cal	U	6	7,25	43,50
Malla	m	5	8,36	41,80
Varilla 3/8"	U	5	8,31	41,55
Codo de Tuberías 6"	U	6	11,45	68,70
Tee Desagüe 75mm	U	2	4,24	8,48
Tubería PVC 6"	U	12	12,05	144,64
Piedra Cuarta	U	5	2,56	12,80
Arena Fina	U	6	2,24	13,44
Grava	U	6	2,00	12,00
Bomba 10 hp	U	1	1.259,00	1.259,00
Maquinaria	U	2	35,00	910,00
Mano de Obra	U	3	394,00	3.546,00
<b>Total</b>				<b>6.386,01</b>

**Elaborado por:** Los Autores

*Cuadro 14: Cuadro de Costos del Mantenimiento del Tanque Séptico.*

<b>Recurso o Herramienta</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. Unitario</b>	<b>P. Total</b>
Operador de inspección semestral	U	2	37,50	75,00
Operador de limpieza anual	U	1	175,00	175,00
<b>Total</b>				250,00

**Elaborado por:** Los Autores

### **Capítulo III: Valoración de la Factibilidad**

#### **Análisis de la Dimensión Técnica de Implementación de la Propuesta**

El sitio “El Guayabo” no cuenta con alcantarillado público, esto se debe a la topografía del lugar, la cual no es favorable para este tipo de servicio básico. Sin embargo, el tanque séptico es un sistema de tratamiento de aguas residuales óptimo para zonas rurales con poblaciones medianas, además, el sector cuenta con el terreno y las condiciones físicas para la construcción e implementación de estos tanques sépticos. Estos ayudarán con la reducción de la materia orgánica fecal proveniente de las viviendas evitando así que los parámetros biológicos de calidad de agua sobrepasen los límites máximos permisibles establecidos en las normativas nacionales como internacionales.

La construcción y el mantenimiento de los tanques sépticos deberá estar a cargo del GAD Municipal de Santa Rosa, ya que según la constitución ecuatoriana en su artículo 264 menciona que los municipios tienen la competencia exclusiva de la depuración de aguas. En este caso, la competencia será derivada a la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado (EMAPA-SR), la cual estará encargada de realizar inspecciones semestrales de los tanques sépticos.

#### **Análisis de la Dimensión Económica de Implementación de la Propuesta**

La implementación del tanque séptico comunitario en el Sitio “El Guayabo” se considera factible económicamente. Esto se debe a que el costo total de la inversión es de \$6.396,01, y su vida útil es de 20 años. La inversión se recuperaría mediante el pago de una tasa mínima en la planilla de agua, cuyo valor sería de \$2 por vivienda. Al cabo de 20 años, la obra habrá recaudado un total de \$28.800,00. Sin embargo, dentro de los gastos de la obra se debe tener a aquellos de mantenimiento, siendo un costo de 250 anual, restándole al total el gasto de inversión y de mantenimiento, lo cual resultaría en \$17.413,99, con un VAN de \$7.506,67. Es

decir, al cabo de 5 años se habría recuperado el monto de inversión y se empezaría a generar ganancias hasta el final de su vida útil.

### **Análisis de la Dimensión Social de Implementación de la Propuesta**

Los tanques sépticos servirán para tratar las aguas negras provenientes de las viviendas y mediante su implementación se generará un impacto social positivo ya que reducirá la materia orgánica fecal que existe en el río, y se evitará problemáticas de salud como diarreas, tifoideas, problemas gastrointestinales, infecciones en las vías urinarias y vómitos los cuales son generados por los microorganismos patógenos.

Por otro lado, se reducirán los malos olores provenientes de las heces fecales de humanos y animales las cuales son vertidas directamente al río. Por ende, la reducción de esta materia orgánica no atraerá a vectores los cuales generan un impacto negativo a la población que habita en el sector. Además, reducirá el daño paisajístico que afectan a las comunidades que hacen uso de este recurso hídrico para actividades de recreación, como son la natación y pesca. principalmente, ya que la coloración del agua tendrá un aspecto más claro por efecto del sistema de tratamiento de aguas residuales.

Con el buen funcionamiento del tanque séptico mejorará la calidad de vida de la población cumpliendo con la constitución ecuatoriana en su artículo 14 el cual establece que toda población tiene derecho vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado.

### **Análisis de la Dimensión Ambiental de Implementación de la Propuesta**

En cuanto al factor ambiental que interviene en la implementación del proyecto, existen varios beneficios a considerarse. En primer lugar, la calidad de agua del Río Santa Rosa a partir del Sitio “El Guayabo” en adelante mejorará substancialmente. Esto se dará gracias a que el tanque séptico ayudará a reducir las descargas de materia orgánica fecal que recibe actualmente

el río, y que, además, con la digestión anaerobia y los filtros naturales, el agua residual se irá limpiando de a poco, descargando hacia el cuerpo hídrico un agua en mejores condiciones.

Cabe recalcar, que al ya tener un recurso hídrico libre de microorganismos patógenos o contar con un agua que cumpla con los límites máximos permisibles establecidos en las diferentes normativas para los parámetros biológicos, se reducirán las alteraciones físicas del entorno, es decir, el agua ya no presentará una coloración diferente a la que normalmente debería presentar un río, al igual que no habrá malos olores en el sitio, es decir, ya no habrá un impacto paisajístico negativo. Esto también fomentará tanto el mejoramiento del hábitat para especies acuáticas como del ecosistema en sí.

## Conclusiones

En la presente investigación se realizó el análisis del agua del Río Santa Rosa para determinar la presencia de microorganismos biológicos, debido a que en el sector no se cuenta con el servicio de alcantarillado público, lo cual afecta a las comunidades aguas abajo en su uso recreativo. Para ello, se realizó el muestreo de tres parámetros biológicos, que son Coliformes Totales, Coliformes Fecales y Escherichia Coli. Se eligieron dos puntos estratégicos para el muestreo, el primero fue realizado antes de la descarga de aguas negras; y el segundo, luego de la presunta descarga de aguas negras. Como resultado se obtuvo que los Coliformes Totales y Escherichia Coli se encuentran por encima de los límites máximos permisibles, confirmando la descarga de aguas negras hacia el río. Con esto se vio la necesidad de buscar una alternativa para la disposición de estas aguas residuales, teniendo como resultado la implementación de un tanque séptico.

El diseño del tanque séptico en el sitio “El Guayabo” se determinó que es factible desde el punto de vista de los cuatro ejes fundamentales de cualquier proyecto, como son: técnico económico, social y ambiental. Esto se debe a que será un proyecto a largo plazo, tomando en cuenta el crecimiento demográfico del sector y la vida útil del mismo para realizar un diseño el cual va abastecer a la población actual y futura. El tanque va a reducir de manera significativa la presencia de microorganismos patógenos y materia orgánica fecal presente en el Río Santa Rosa mejorando la calidad de vida de las personas que hacen uso de este recurso hídrico. Por otro lado, va a mejorar la calidad del agua permitiendo a las comunidades que se encuentran aguas abajo hacer uso del río para sus actividades recreativas sin tener la preocupación de contraer alguna enfermedad por microorganismos patógenos. Por este motivo, el agua que proviene de los tanques sépticos deberá ser monitoreada para asegurar que su presencia se encuentre bajo el límite máximo permisible establecido en las normativas vigentes.

Para el dimensionamiento del tanque séptico se tomaron en cuenta datos como el número de habitantes en el sector, el número de viviendas, la tasa de crecimiento de población, la población que habrá en 20 años y el promedio de litros de agua consumidos por habitante al día. Con esa información se procedió a calcular el caudal de aguas residuales que ingresarán al tanque séptico, el tiempo de retención hidráulica, volumen de sedimentación, tiempo de digestión de lodos, volumen de almacenamiento de lodos, el volumen de espumas y el volumen total que habrá en el tanque séptico. Con ello, se procedió a calcular el área total de tanque, el cual es  $11,19 \text{ m}^2$ ; la longitud del tanque que es de  $4,74 \text{ m}$ ; el ancho del tanque, el cual es de  $2,36 \text{ m}$ , y la profundidad total del tanque, el cual es de  $2,3 \text{ m}$ . Cabe recalcar que la profundidad total es una suma de la profundidad de almacenamiento de lodos, de espumas, de sedimentación y de seguridad.

## Recomendaciones

De acuerdo a la investigación realizada, se recomienda lo siguiente:

- Para el diseño del tanque séptico de debe tener en cuenta la población total del sitio para determinar el caudal de aguas residuales que entraran a los depósitos.
- El tanque séptico deberá estar ubicado a 200 metros desde la última casa para evitar problemáticas como malos olores.
- La topografía del suelo debe ser permeable para que las aguas provenientes de los tanques se filtren.
- Para la construcción del tanque séptico se deben implementar rejillas para evitar que sólidos grandes ingresen y taponen las tuberías de salida.
- Si la población tiene un crecimiento demográfico exponencial se debe implementar una trampa de grasas para evitar obstrucción de tuberías.
- Para un estudio de mayor profundidad se recomienda realizar análisis de agua de parámetros como DBO, oxígeno disuelto, pH y temperatura.

## Bibliografía

- Almazán, M., Almazán, Á., Carreto, B., Hernández, E., Nava, A., & Almazán, C. (Agosto - Diciembre de 2016). Calidad y clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 3(9), 293-305. Recuperado el 16 de 08 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5918035>
- American Public Health Association. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: Enzyme Substrate Coliform Test: 9223B Enzyme Substrate Test* (Vol. 23). Westbrook, Maine, USA: WER. doi:<https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.193>
- American Public Health Association. (2018). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group: 9222D. Fecal Coliform Membrane Filter Procedure. 9222G. MF Partition Procedures* (Vol. 23). Westbrook, Maine, USA: WEF. doi:<https://doi.org/10.2105/SMWW.2882.193>
- Andrade, C., Von Sperling, M., & Manjate, E. (Agosto de 2017). Treatment of Septic Tank Sludge in a Vertical Flow constructed Wetland system. *Engenharia Agrícola*, 37(4), 9. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v37n4p811-819/2017>
- Araujo Pulido, G. (2010). *Contaminación Ambiental y sus efectos a la salud*. Cuernavaca: Instituto Nacional de Salud Pública.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica. 6ta Edición*. Caracas: Editorial Episteme C.A.

- Asamblea Nacional del Ecuador. (2008). *Constitución de la República del Ecuador*. Quito: Asamblea Nacional. Recuperado el 01 de 07 de 2019, de [https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4\\_ecu\\_const.pdf](https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf)
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). *Ley Orgánica de Recurso Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua*. Quito: Asamblea Nacional . Recuperado el 01 de 07 de 2019, de <https://www.agua.gob.ec/wp-content/uploads/2012/10/LEYD-E-RECURSOS-HIDRICOS-II-SUPLEMENTO-RO-305-6-08-204.pdf>
- Blanco, N., & Pirela, J. (Enero - Abril de 2016). La complementariedad metodológica: Estrategia de integración de enfoques en la investigación social. *Espacios Públicos*, 19(45), 97-111. Recuperado el 18 de 08 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/676/67646966005.pdf>
- Cabrera, M., Mejía, A., & Carillo, Y. (Julio - Septiembre de 2017). Remoción de contaminantes orgánicos presentes en agua residual doméstica mediante prototipo a escala de laboratorio. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 26(2), 72-83. doi:<https://doi.org/10.17163/lgr.n26.2017.07>
- Campos, M. (2017). *Métodos de Investigación Académica*. San José: Universidad de Costa Rica.
- Carranza, A., Gonzalez, D., Mendocilla, C., Rojas, A., Sánchez, L., & Vejarano, A. (Julio - Diciembre de 2016). Análisis de Riesgo Sanitario en Aguas Grises en la Provincia de Trujillo, Urbanización Covicorti. *Cientifi-K*, 4(2), 5. Recuperado el 07 de 07 de 2019, de <http://revistas.ucv.edu.pe/index.php/CIENTIFI-K/article/view/1093>

- Centeno, E., & Murillo, A. (Julio - Diciembre de 2019). Tipología de las tecnologías de tratamiento de aguas residuales ordinarias instaladas en Costa Rica. *Revista de Ciencias Ambientales*, 53(2), 97-110. doi:<https://doi.org/10.15359/rca.53-2.5>
- Comisión Nacional del Agua. (2016). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento: Diseño de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Municipales: Saneamiento básico* (Vol. 1). México D.F. , México: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Recuperado el 05 de 07 de 2019, de <http://aneas.com.mx/wp-content/uploads/2016/04/SGAPDS-1-15-Libro37.pdf>
- Conesa, V. (2009). *Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental* (4ta ed.). Madrid, España: Mundi-Prensa. Recuperado el 12 de 07 de 2019
- Corpas, E., & Herrera, O. (Enero - Junio de 2012). Reducción de Coliformes y Escherichia Coli en un Sistema Residual Lácteo mediante Microorganismos Benéficos. *Bioteología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 10(1), 10. Recuperado el 28 de 07 de 2019, de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v10n1/v10n1a09.pdf>
- Encinas Malagón, M. (2011). *Medio Ambiente y Contaminación. Principios básicos*. Madrid: NC ND.
- Environmental Protection Agency. (2015). *Water-Quality Based Permit Limits for Recreational Water Quality Criteria*. Washington D.C.: EPA. Recuperado el 08 de 07 de 2019, de [https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/npdes-water-quality-based-permit-limits-for-recreational-water-quality-criteria-faqs\\_0.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-09/documents/npdes-water-quality-based-permit-limits-for-recreational-water-quality-criteria-faqs_0.pdf)
- Fernández, D., Solís, H., & Basani, M. (Mayo de 2018). Evolución reciente y perspectivas de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado en Ecuador. *BID*, 65. doi:<http://dx.doi.org/10.18235/0001171>

Galarza, E., Alegre, M., & Merzthal, G. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*. Lima: Ministerio del Ambiente de Perú.

Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de El Oro. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de El Oro*. Machala: GAD El Oro. Recuperado el 16 de 007 de 2019, de [http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL\\_SNI/data\\_sigad\\_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000180001\\_PDYOT-PROVINCIA%20EL%20ORO-14-08-2015\\_14-08-2015\\_18-31-46.pdf](http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/0760000180001_PDYOT-PROVINCIA%20EL%20ORO-14-08-2015_14-08-2015_18-31-46.pdf)

Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Santa Rosa. (2015). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón Santa Rosa*. Santa Rosa: GAD Municipal Santa Rosa.

Gobierno Autonomo Descentralizado Parroquial Torata. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Parroquial de Torata*. Santa Rosa: Gobierno Autonomo Descentralizado Municipal Santa Rosa.

Gonzalez Otoya, A. (2012). *Diagnóstico Ambiental y Propuesta de Sistema de Gestión Ambiental Municipal para el Puerto Malabrigo - Distrito de Razuri - Provincia de Ascope - Departamento de La Libertad, 2005"*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo.

González, M., & Gutiérrez, J. (1997). *Método Gráfico para la Evaluación de la Calidad Microbiológica de las Aguas Recreativas utilizando Papel Log-Normal*. La Habana: Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. Recuperado el 18 de 07 de 2019, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/puertorico/xix.pdf>

Guidi, A., León, W., Fernández, N., & Gottret, J. (Noviembre de 2015). Implementación del Método Alternativo Petrifilm para determinar Coliformes y Bacterias Areobias

Mesófilas en la Industria de Lácteos "Pairumani" y el laboratorio "Lidveco" de Senasag. *Journal Bolivariano de Ciencias*, 11(35), 8. Recuperado el 03 de 07 de 2019, de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-89362015000300009&script=sci\\_arttext&tlng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S2075-89362015000300009&script=sci_arttext&tlng=es)

Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. Mexico D.F.: McGraw Hill.

Hernández, S., & Poot, C. (Enero - Junio de 2018). Coliformes totales en malecón turístico. *ConCiencia Tecnológica*, 55, 14-18. Recuperado el 15 de 08 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6839149>

Hoogesteijn , A., Febles, J., & Nava, V. (2015). La contaminación fecal en cenotes de interés turístico y recreacional del estado de Yucatán. *Ingeniería*, 19(3), 169-175. Recuperado el 19 de 08 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750926004.pdf>

Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2010). *Fascículo Provincial de El Oro*. Quito: INEC.

Lazcano, C. (2016). *Biotecnología Ambiental de Aguas y Aguas Residuales. Segunda Edición*. San Marcos: Eco Ediciones.

León, R. (2017). *Inventario de plantas recomendadas para Fitorremediación de Coliformes Fecales en Aguas Negras*. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. Recuperado el 09 de 07 de 2019, de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17560/1/ROBERT%20LEON%20INGENIERIA%20AMBIENTAL.pdf>

López, C., Buitrón, G., García, H., & Cervantes, F. (2017). *Tratamiento biológico de aguas residuales. Principios, modelación y diseño*. London: IWA Publishing.

- Mejía, A., Castillo, O., & Vera, R. (Julio de 2016). *Agua Potable y Saneamiento en la Nueva Ruralidad de América Latina*. (CAF, Ed.) Bogotá: Banco de Desarrollo de América Latina. doi: lf74320166001455
- Ministerio de la Presidencia. (2007). *Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño*. Madrid: Ministerio de la Presidencia. doi:BOE-A-2007-18581
- Ministerio del Ambiente. (Noviembre de 2015). *Acuerdo Ministerial 097-A Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua*. Quito: Ministerio del Ambiente. Recuperado el 01 de 07 de 2019, de <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/ecu155128.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Código Orgánico del Ambiente*. Quito: Ministerio del Ambiente. Recuperado el 01 de 07 de 2019, de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/09/Codigo-Organico-del-Ambiente.pdf>
- Muñoz, H., & Baumann, J. (Octubre de 2017). Remoción de bacterias coliformes en un sistema de lodos activados y humedal construido. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 4(11), 287-297. doi:10.19136/era.a4n11.913
- Musálem, K., Laino, R., Bello, R., González, M., & Ramírez, N. (Enero - Mayo de 2018). Calidad de agua del río Grijalva en la frontera de Chiapas y Tabasco. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(13), 55-64. doi: 10.19136/era.a5n13.1334
- Organismo Nacional de Sanidad Pesquera. (2017). *Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y Disposiciones Complementarias*. Lima: SANIPES. Recuperado el 16 de 07 de 2019, de [http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N\\_12\\_D\\_S\\_N\\_004\\_2017\\_MINAM\\_A prueba\\_los\\_nuevos\\_ECAS\\_para\\_Agua.pdf](http://www.sanipes.gob.pe/archivos/biblioteca/N_12_D_S_N_004_2017_MINAM_A prueba_los_nuevos_ECAS_para_Agua.pdf)

Organización de las Naciones Unidas. (2017). *Asamblea de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente*. Nairobi: ONU.

Organización Mundial de la Salud. (2011). *Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano* (Vol. 4). Ginebra: OMS. Recuperado el 07 de 08 de 2019, de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Especificaciones Técnicas para la Construcción de Tanque Séptico, Tanque IMHOFF y Laguna de Estabilización*. Lima: COSUDE. Recuperado el 28 de 07 de 2019, de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/054\\_Construccion\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lag/Construccion\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lagunas\\_estabilizacion.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/054_Construccion_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lag/Construccion_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lagunas_estabilizacion.pdf)

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guía para el Diseño de Tanques Sépticos, Tanque IMHOFF, y Lagunas de Estabilización*. Lima: COSUD. Recuperado el 21 de 07 de 2019, de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/053\\_Dise%C3%B1o\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lag/Dise%C3%B1o\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lagunas\\_estabilizacion.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/053_Dise%C3%B1o_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lag/Dise%C3%B1o_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lagunas_estabilizacion.pdf)

Organización Panamericana de la Salud. (2005). *Guía para la Operación y Mantenimiento de Tanques Sépticos, Tanques IMHOFF y Lagunas de Estabilización*. Lima: COSUDE. Recuperado el 27 de 07 de 2019, de [http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/055\\_O&M\\_tanques\\_s%C3%A9pticos\\_Imhoff\\_lagunas\\_estabilizacion.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/guialcalde/2sas/d24/055_O&M_tanques_s%C3%A9pticos_Imhoff_lagunas_estabilizacion.pdf)

A9pticos\_Imhoff\_lag/O&M\_tanques\_s%C3%A9pticos\_Imhoff\_lagunas\_estabilizaci  
%C3%B3n.pdf

Organización Panamericana de la Salud. (2006). *Alternativas Tecnológicas en Agua y Saneamiento utilizadas en el Ámbito Rural del Perú*. Lima: COSUDE. Recuperado el 19 de 07 de 2019, de <http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/miscela/tecnologiasA&Srural.pdf?fbclid=IwAR3xLtBMKRNwJjcJBj23TIEhZq8Y1igHZ4Fj02E6lUmiHAsIa1uXLLn-Jj0>

Ospina, O. (Julio - Diciembre de 2015). Análisis de la contaminación microbiológica en el río Combeima, municipio de Ibagué. *Producción + Limpia*, 10(2), 92-103. Recuperado el 16 de 08 de 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5746943>

Padua, J. (2018). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales* (Vol. 2). Mexico D.F., Mexico: Fondo de Cultura Económica. Recuperado el 01 de 09 de 2019, de [https://books.google.com.ec/books?id=1g9jDwAAQBAJ&dq=investigacion+no+probabilistica&lr=&hl=es&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.ec/books?id=1g9jDwAAQBAJ&dq=investigacion+no+probabilistica&lr=&hl=es&source=gbs_navlinks_s)

Palomino, P. (Junio - Diciembre de 2018). Evaluación de la Calidad del Agua en el Río Mashcón, Cajamarca, 2016. *Revistas La Molina*, 79(2), 298-307. doi:<http://dx.doi.org/10.21704/ac.v79i2.1242>

Pulido, M. (2015). Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción*, 31(1), 1137-1156. Recuperado el 07 de 08 de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>

Ramírez, A., & Camacho, M. (Enero - Abril de 2019). Diagnóstico participativo para determinar problemas ambientales en comunidades rurales. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 21(1), 86-113. doi:[lppi199702ZU31](https://doi.org/10.1111/lppi.199702ZU31)

- Reutelshöfer, T., & Guzmán, L. (2015). *Guía para la toma de muestras de agua residual* (1 ed.). La Paz, Bolivia: PERIAGUA. doi:4-1-149-15 P.O.
- Ríos, S., Agudelo, R., & Gutiérrez, L. (2017). Patógenos e Indicadores Microbiológicos de Calidad del Agua para Consumo Humano. *Fac. Nac. Salud Pública*, 35(2), 12. doi:<http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfnsp.v35n2a08>
- Rosales, E. (2008). Tanques Sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. *Tecnología en Marcha*, 18(2), 8. Recuperado el 25 de 07 de 2019
- Rubio-Arias, H., Rey, N., Quintana, R., Ochoa, J., Saucedo, R., & Ortiz, R. (Mayo - Junio de 2016). Índice de Calidad de Agua para Uso Recreativo (RWQI) para el Lago Colina en Chihuahua, México. (U. d. Chihuahua, Ed.) *Acta Universitaria*, 26(3), 9. doi:10.15174/au.2016.901
- Salazar, D., & Sánchez, E. (2015). *Evaluación y Propuesta de Rediseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Comunidad de Churuguzo, Parroquia Tarqui. Cantón Cuenca, Provincia del Azuay*. Cuenca: Universidad de Cuenca. Recuperado el 24 de 07 de 2019
- Secretaría de Salud Mexicana. (2015). *Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, "Salud Ambiental, Agua para Uso y Consumo Humano - Límites Permisibles de Calidad y Tratamientos a que debe someterse el Agua para su Potabilización"*. Mexico D.F. : Comité Consultivo Nacional de Normalización de Regulación y Fomento Sanitario.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2017). *Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021*. Quito: SENPLADES. Recuperado el 01 de 07 de 2019, de <https://www.gobiernoelectronico.gob.ec/wp->

content/uploads/downloads/2017/09/Plan-Nacional-para-el-Buen-Vivir-2017-2021.pdf

Sistema Intermunicipal de los Servicios de Agua Potable y Alcantarillado. (2014). *Saneamiento del Agua. Criterios y Lineamientos Técnicos para Factibilidades*. Guadalajara: SIAPA.

Soto, S., Gaviria, L., & Pino, M. (Agosto de 2019). Estudio de Caso: Disposición de las Aguas Residuales Domésticas en Zonas Rurales de Costa Rica. *Ambiente & Sociedad*, 22, 20. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20170156r2vu2019l2ao>

Tinoco, R., & Espinoza, J. (Septiembre de 2019). Tratamiento de aguas residuales mediante un sistema anaerobio para comunidades rurales. *Conference Proceedings*, 2(2), 10. Recuperado el 18 de 08 de 2019, de <http://investigacion.utmachala.edu.ec/proceedings/index.php/utmach/article/view/336>

Vargas Peña, L. (2016). *Aislamiento e Identificación de Coliformes Totales y Coliformes Fecales, de Aguas de la Quebrada Correntillo del centro poblado de Zungarococha*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado el 13 de 07 de 2019

Vidaurre, L. (2018). *Eficiencia de la Remoción de Coliformes Totales, Termotolerantes, Demanda Bioquímica y Química de Oxígeno en la Laguna de Estabilización del Distrito La Florida, San Miguel, Cajamarca*. Lamabayeque: Universidad Nacional "Pedro Ruíz Gallo".

# Anexos

## Anexo 1: Informe de Resultados Página 1 de 4



LABORATORIO DE ENSAYOS  
ACREDITADO POR EL SAE  
CON ACREDITACION No.  
SAE-LEN-005-001

RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Representante Legal: RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Dirección: El Cambio, Tel. 0983346057  
Atención : Ing. Perla Ramon

Guayaquil, 7 DE AGOSTO DEL 2019

### DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/08/05 / 07:01 / El Guayabo - Santa Rosa  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/08/05 / 16:42  
Punto e Identificación de la Muestra: 001  
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica  
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / CLIENTE / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: 9602893 17M0626592  
Norma Técnica de muestreo: No Aplica  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

### MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Totales-NMP (3)	2850,0	NMP/100ml	---	PEE-GQM-MB-38	2019/08/05 SP
Coliformes Focales (1)	31,3	NMP/100 ml	---	PEE-GQM-MB-69	2019/08/05 SP
Escherichia Coli-NMP	1100,00	NMP/100ml	---	PEE-GQM-MB-38	2019/08/05 SP

### SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica  
<LD Menor al Límite Detectable  
N.E. No Efectuado

U K=2 Incertidumbre  
E.P.A. Environmental Protection Agency  
S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible  
P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo

### NOMENCLATURA:

- [1] Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por H.SAE.  
[2] Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM.  
[3] Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
[4] Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en [www.acreditacion.gub.ec](http://www.acreditacion.gub.ec)

Q.F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.  
Coordinadora de Calidad

### IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

Anexo 2: Informe de Resultados Página 2 de 4



INFORME DE ENSAYOS

N° 77815-1



7781508052019000000 Icajape

LABORATORIO DE ENSAYOS  
ACREDITADO POR EL SAE  
CON ACREDITACION No.  
SAE-LEN-005-001

RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Representante Legal: RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Dirección: El Cambio, Tel. 0983346057  
Atención : Ing. Perla Ramon

Guayaquil, 7 DE AGOSTO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2019/08/05 / 07:01 / El Guayabo - Santa Rosa
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2019/08/05 / 16:42
Punto e Identificación de la Muestra:	001
Matriz de la muestra:	Agua Residual Doméstica
Muestreado Por/Muestreador/Tipo de Muestreo:	CLIENTE / CLIENTE / Simple
Duración de Muestreo:	
Coordenadas Geográficas:	9602893 17M0626592
Norma Técnica de muestreo:	No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Q.F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

MC2201-14

Parque California 2 Local D-41 Km. 11,5 vía a Daule  
042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653  
www.grupoquimicomarcos.com  
Guayaquil - Ecuador

Página 2 de 2

Anexo 3: Informe de Resultados Página 3 de 4



LABORATORIO DE ENSAYOS  
ACREDITADO POR EL SAE  
CON ACREDITACION No.  
SAE-LEN-005-001

RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Representante Legal: RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Dirección: El Cambio, Tel. 0983346057  
Atención : Ing. Perla Ramon

Guayaquil, 7 DE AGOSTO DEL 2019

**DATOS DE MUESTREO**

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/08/05 / 08:05 / El Guayabo - Santa Rosa  
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/08/05 / 16:42  
Punto e Identificación de la Muestra: 002  
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica  
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / CLIENTE / Simple  
Duración de Muestreo:  
Coordenadas Geográficas: 9603407 17M0625872  
Norma Técnica de muestreo: No Aplica  
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

**MICROBIOLOGÍA**

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Totales-NMP (3)	5480,0	NMP/100ml	---	PEE-GQM-MB-38	2019/08/05 SP
Coliformos Fecales (1)	122,3	NMP/100 ml	---	PEE-GQM-MB-69	2019/08/05 SP
Escherichia Coli-NMP	2020,00	NMP/100ml	---	PEE-GQM-MB-38	2019/08/05 SP

**SIMBOLOGÍA:**

--- No. Aplica  
<LD Menor al Limite Detectable  
N.S. No Efectuado

U K=2 Incertidumbre  
E.P.A. Environmental Protection Agency  
S.M. Standard Methods

L.M.P. Limite Máximo Permisible  
P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo

**NOMENCLATURA:**

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.  
(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Caa. 5 Manual de Calidad de GQM  
(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.  
(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO: ver alcance en [www.acreditacion.gobi.ec](http://www.acreditacion.gobi.ec)

Q.F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.  
Coordinadora de Calidad

**IMPORTANTE:**

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

Parque California 2 Local D-41 Km. 11,5 vía a Daule  
042-103390(2) / 042-103825(35) / 0998-286653  
[www.grupoquimicomarcos.com](http://www.grupoquimicomarcos.com)  
Guayaquil - Ecuador

MC2201-14

Página 1 de 2

Anexo 4: Informe de Resultados Página 4 de 4



INFORME DE ENSAYOS  
N° 77815-2



7781508052019000000 Icajape

LABORATORIO DE ENSAYOS  
ACREDITADO POR EL SAE  
CON ACREDITACION No.  
SAE-LEN-005-001

RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Representante Legal: RAMON VEINTIMILLA PERLA SAMANTHA  
Dirección: El Cambio, Tel. 0983346057  
Atención : Ing. Perla Ramon

Guayaquil, 7 DE AGOSTO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2019/08/05 / 08:05 / El Guayabo - Santa Rosa
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2019/08/05 / 16:42
Punto e Identificación de la Muestra:	002
Matriz de la muestra:	Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo:	CLIENTE / CLIENTE / Simple
Duración de Muestreo:	
Coordenadas Geográficas:	9603407 17M0625872
Norma Técnica de muestreo:	No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

MEMORIA FOTOGRÁFICA



Q.F. FERNANDO MARCOS V.  
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.  
Coordinadora de calidad

**IMPORTANTE:**  
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

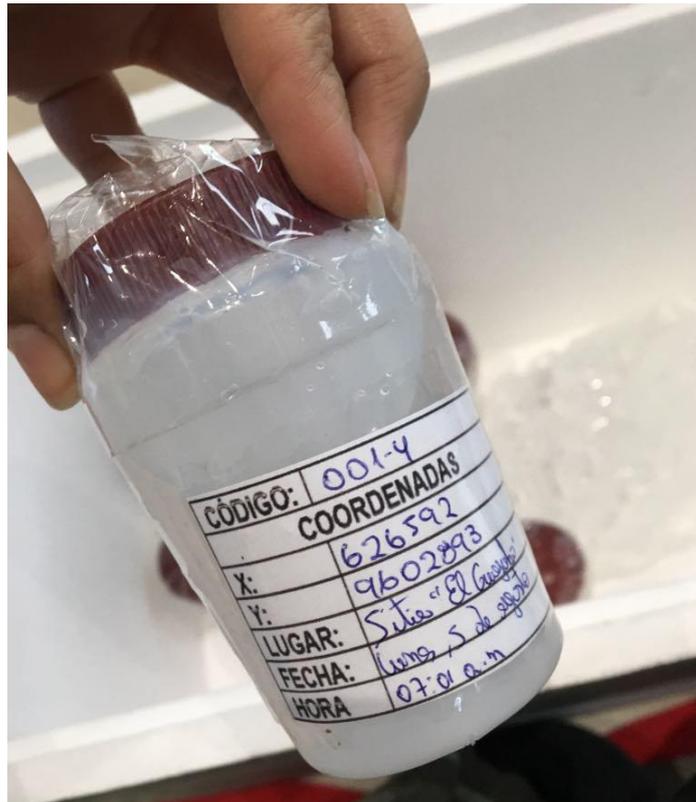
Anexo 6: Coordenadas del primer punto de muestreo



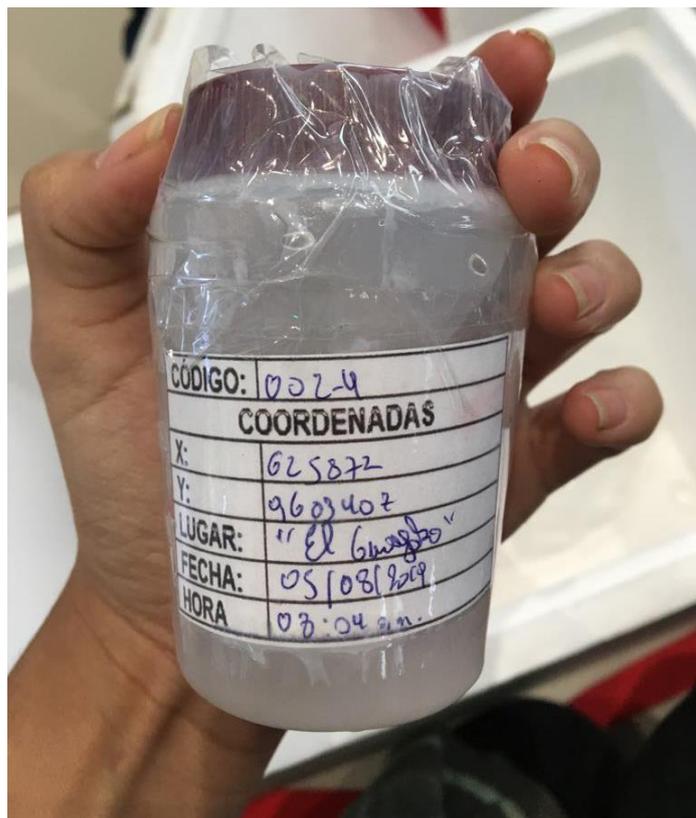
Anexo 5: Coordenadas del segundo punto de muestreo



Anexo 7: Envase de muestreo del primer punto



Anexo 8: Envase de muestreo del segundo punto



*Anexo 9: Etiquetado de los envases de muestreo*



*Anexo 10: Zanja de conducción de aguas negras hacia el río.*



*Anexo 11: Otro punto de conducción de aguas negras hacia el río.*



*Anexo 12: Tercer punto de conducción de aguas negras encontrado en el sector de estudio.*



*Anexo 13: Observación del cambio de color del río.*



*Anexo 14: Observación del cambio físico producido en el río por las aguas negras.*



*Anexo 15: Zanja de conducción de aguas negras desde el domicilio al río*



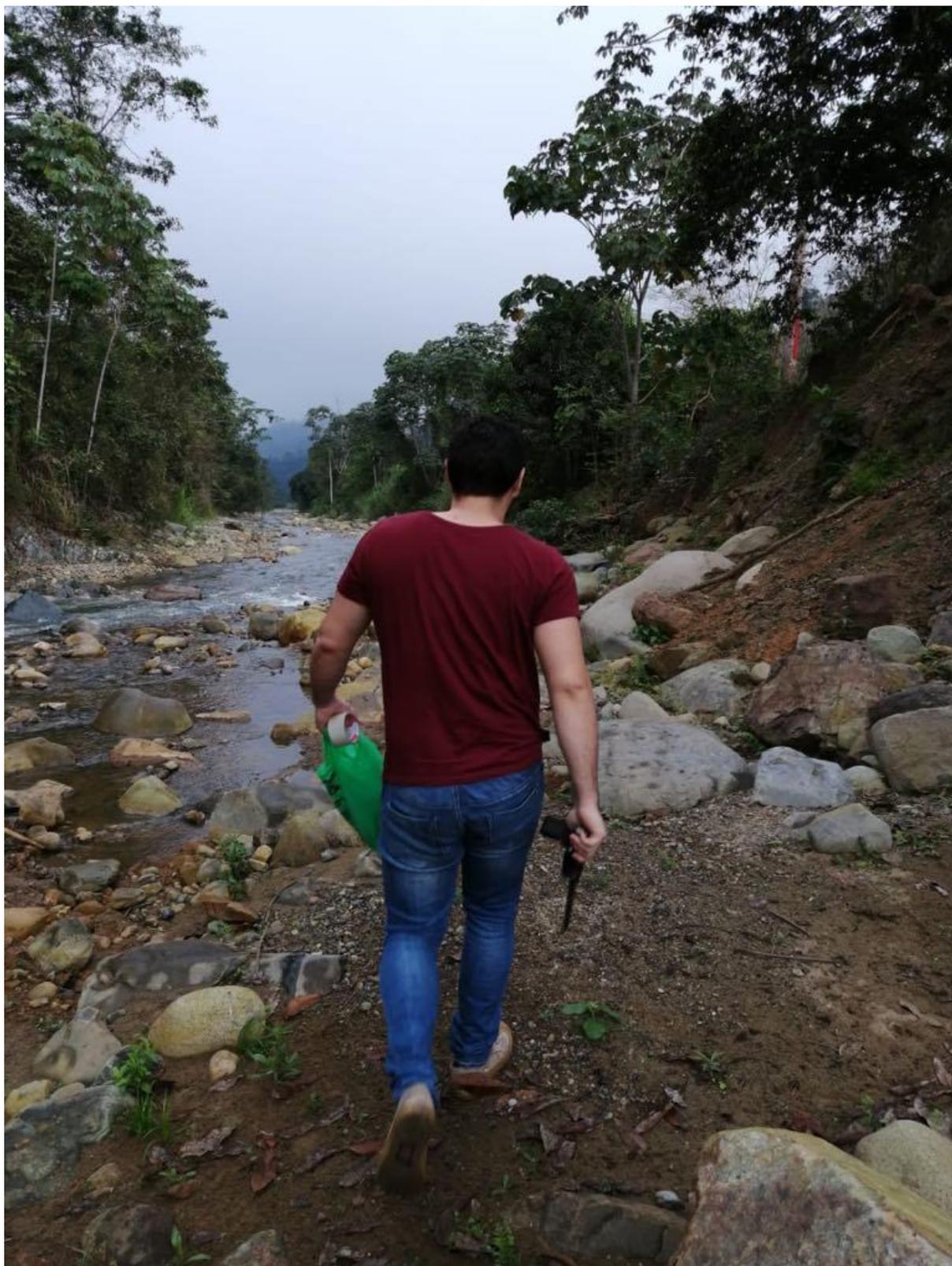
*Anexo 16: Observación de eutrofización a las orillas del río.*



*Anexo 17: Observación de cambio de color del río por las aguas negras.*



*Anexo 18: Recolección de muestras en el segundo punto de muestreo*



*Anexo 19: Observación de aceites en el agua del río.*



*Anexo 20: Recolección de muestras en el primer punto de muestreo.*



*Anexo 21: Fórmulas de Dimensionamiento del Tanque Séptico Pág. 1/3*

**Datos generales de la población de El Guayabo**

# habitantes = 230

Consumo de Agua = 250 //día x hab.

Tasa de crecimiento poblacional = 0,0149

Proyecto duración = 20 años

Coefficiente de generación de agua residual = 0,65

**Caudal de ingreso de 20 años**

# personas = 230 \* 0,0149 = 3,427 \* 20 años = 69 personas

Total población (20 años) = 299 personas = P

$Q_{\text{consumo}} = 299 \text{ hab.} * 20 \text{ l/día} * \text{hab.}$

$Q_{\text{consumo}} = 59800 \text{ l/día} * 0,65$

$Q_{\text{aguas residuales}} = 38870 \text{ l/día} \approx 38,87 \text{ m}^3/\text{día}$

**Tiempo de retención hidráulico (TRH)**

$TRH = 1,5 - 0,3 * \log (P * Q)$

$TRH = 1,5 - 0,3 * \log (299 * 130 \text{ l/hab} * \text{ día})$

TRH = 0, 123

Mínimo TRH = 6 horas = 0,25

**Volumen de sedimentación**

$V_s = 10^{-3} * (P * Q) * TRH$

$V_s = 10^{-3} * (299 * 130 \text{ l/hab} * \text{ día}) * 0,25$

$V_s = 9,717 \text{ m}^3$

**Volumen de almacenamiento de lodos**

$V_d = 10^{-3} G * P * N$

$V_d = 10^{-3} (40 \text{ l/hab} * \text{año}) (299 \text{ hab}) (1 \text{ año})$

$V_d = 11,96 \text{ m}^3$

**Volumen de natas o sobrenadante**

$$V_{min} = 0,7 \text{ m}^3 = V_n$$

**Volumen total**

$$V_T = V_s + V_d + V_n$$

$$V_T = 22,677 \text{ m}^3$$

**Área del tanque séptico**

$$AT = \frac{V_T}{ha \text{ sum}}$$

$$AT = \frac{22,38 \text{ m}^3}{2 \text{ m}}$$

$$AT = 11,19 \text{ m}^2$$

**Área del Tanque Séptico**

$$A = b * L$$

$$L = 2,5 b$$

$$A = b * 2b$$

$$b = \sqrt{\frac{A}{2,5}}$$

$$b = \sqrt{\frac{11,19}{2,5}} = 2,36 \text{ m}$$

**Longitud del Tanque Séptico**

$$L = \frac{AT}{b}$$

$$L = \frac{11,19}{2,36} = 4,74 \text{ m}$$

**Profundidad de natas**

$$He = \frac{V_n}{AT}$$

$$He = \frac{0,7 \text{ m}^3}{11,19 \text{ m}^2}$$

$$He = 0,06 \text{ m}$$

**Profundidad de sedimentación**

$$H_s = \frac{V_s}{AT}$$

$$H_s = \frac{9,717 m^3}{11,19 m^2}$$

$$H_s = 0,87 \text{ m}$$

**Profundidad de almacenamiento de lodos**

$$H_d = \frac{V_d}{AT}$$

$$H_d = \frac{11,96 m^3}{11,19 m^2}$$

$$H_d = 1,07 \text{ m}$$

**Profundidad neta del tanque séptico**

$$H_n = H_e + H_s + H_d + H_{\text{seguridad}}$$

$$H_n = 0,06 \text{ m} + 0,87 \text{ m} + 1,07 \text{ m} + 0,3 \text{ m}$$

$$H_n = 2,3 \text{ m}$$

**Dimensiones**

$$L = 4,74 \text{ m}$$

$$b = 2,36 \text{ m}$$

$$H_n = 2,3 \text{ m}$$