



**Análisis actual y propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas
residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga**

Mosquera Jácome, Carla Abigail

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera Petroquímica

Trabajo de integración curricular, previo a la obtención del título Petroquímica

PhD Urrutia Goyes, Edgar Ricardo

Agosto del 2022

Reporte de verificación de contenido



Identical Words	674
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	0
Omitted Words	895

PhD Urrutia Goyes, Edgar Ricardo

C.C.: 1803599313



Departamento de ciencias de la energía y mecánica

Carrera petroquímica

Certificación

Certifico que el trabajo de integración curricular, **“Análisis actual y propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga”** fue realizado por la señorita **Mosquera Jácome, Carla Abigail**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, agosto de 2022

PhD Urrutia Goyes, Edgar Ricardo

C.C.: 1803599313



Departamento de ciencias de la energía y mecánica

Carrera petroquímica

Responsabilidad de autoría

Yo, **Mosquera Jácome, Carla Abigail** con cédula de ciudadanía N.0503115503, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de integración curricular: **“Análisis actual y propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga”** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, agosto de 2022

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Carla Abigail Mosquera Jácome', is written over a light blue rectangular stamp. The signature is fluid and cursive.

Mosquera Jácome, Carla Abigail

C.C: 0503115503



Departamento de ciencias de la energía y mecánica

Carrera petroquímica

Autorización de publicación

Yo, **Mosquera Jácome, Carla Abigail**, con cédula de ciudadanía N.0503115503, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de integración curricular: **“Análisis actual y propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, agosto de 2022

Mosquera Jácome, Carla Abigail

C.C: 0503115503

Dedicatoria

El presente trabajo quiero dedicarlo a mi hijo Diego Alejandro quien fue el motor para continuar mi día a día, tú eres y serás una de las personas más importantes en mi vida, por ti he decidido continuar en esta etapa de superación, en crecer como persona y como profesional. Porque tu amor me ayudó a sobrellevar cada una de las adversidades que se han presentado en este gran viaje.

Por ti y para ti hijo mío todo mi esfuerzo, mi dedicación y sacrificio con todo el amor.

Agradecimiento

Quiero agradecer a mis padres Walter y Sonia por haber sido un pilar fundamental en este proceso, han sido mis compañeros de viaje y sin ustedes no lo habría logrado. Trabajar, estudiar y ser madre no ha sido nada fácil, pero gracias a su confianza, amor, comprensión y su apoyo incondicional lo hemos logrado. Gracias a mi madre por ser mi compañera de desvelos y muchas veces mi compañera de lágrimas, gracias por estar conmigo cuando sentía que no podía más.

Quiero agradecer a mi hermano Becker Mosquera y su esposa, quienes siempre me han dado esas palabras de aliento que tanto necesitaba para continuar, gracias por esos consejos y la confianza depositada en mí.

No me alcanzan las palabras para expresar todo este sentimiento de gratitud a cada uno, pero este triunfo también es de ustedes.

Gracias a la Universidad de las Fuerzas Armadas por contar con excelentes docentes a los que debo mis conocimientos, en especial a mi tutor por la paciencia, los consejos y sus aportes profesionales.

Quiero extender un agradecimiento especial al GAD Municipal del cantón Latacunga por la apertura brindada para la realización de este trabajo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido	2
Certificación	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Resumen	13
Abstract.....	14
Capítulo I: Generalidades	15
Introducción.....	15
Planteamiento del problema	16
Justificación	18
Objetivos	19
<i>Objetivo General</i>	19
<i>Objetivos Específicos</i>	19
Variables de investigación	19
<i>Variables independientes</i>	19
<i>Variables dependientes</i>	19
Capítulo II: Fundamentación teórica	20
Introducción.....	20

Características de las aguas residuales industriales.....	20
Tipo de aguas residuales.....	22
Contaminantes de interés en el tratamiento aguas residuales	23
Componentes físicos	24
Componentes químicos orgánicos:.....	26
Componentes químicos inorgánicos:.....	27
Tratamiento de Aguas Residuales	28
Técnicas de análisis de parámetros de Aguas Residuales	29
Toma de muestras para el análisis de aguas residuales	29
Normativa vigente.....	30
Capítulo III: Metodología de desarrollo del proyecto.....	32
Ubicación.....	32
Descripción de la planta de tratamiento.....	33
Muestreo	34
Materiales.....	37
Capítulo IV: Desarrollo y resultado	38
Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez	38
<i>Estructura actual de la planta de tratamiento</i>	<i>38</i>
Evaluación de la normativa legal vigente.....	40
Análisis del agua.....	42
Análisis de los parámetros	44
<i>pH a 19.1°C.....</i>	<i>44</i>

<i>Turbidez</i>	45
<i>Sólidos totales</i>	45
<i>Sólidos sedimentables</i>	46
<i>Hierro total</i>	47
<i>Fosfatos inorgánicos</i>	48
<i>Aceites y grasas</i>	48
<i>Demanda bioquímica de oxígeno</i>	49
<i>Demanda química de oxígeno</i>	50
<i>Sólidos totales en suspensión</i>	50
<i>Sulfatos</i>	51
<i>Nitritos</i>	51
<i>Nitratos</i>	52
Diseño de propuesta de repotenciación	53
<i>Tren de tratamiento de agua residual municipal</i>	54
Capítulo V: Conclusiones y Recomendaciones	56
Conclusiones	56
Recomendaciones	57
Bibliografía	58
Anexos	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Características del tipo de agua residual</i>	22
Tabla 2 <i>Descripción de colores</i>	25
Tabla 3 <i>Límites máximos permisibles conforme al Acuerdo ministerial N°097-A</i>	31
Tabla 4 <i>Muestras de 3 días para PH, Turbiedad, s-totales, s-sedimentables, s-suspendidos.</i>	34
Tabla 5 <i>Muestras de 3 días del Fe, PO4, NO2, NO3, SO4</i>	35
Tabla 6 <i>Muestras de 3 días de aceites y grasa, demanda bioquímica, coliformes fecales.</i>	35
Tabla 7 <i>Tabulación de datos obtenidos por el laboratorio y límites permisibles.</i>	41
Tabla 8 <i>Datos obtenidos para pH, turbiedad, s-totales, s-sedimentables y s-suspendidos</i>	42
Tabla 9 <i>Datos obtenidos para Hierro, Fosfatos, Nitritos, Nitratos y Sulfatos.</i>	43
Tabla 10 <i>Datos obtenidos para aceites y grasas, DQO, DBO y coliformes fecales</i>	43
Tabla 11 <i>Tabulación de resultados</i>	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Tipo de Aguas Residuales</i>	22
Figura 2 <i>Componentes de sólidos</i>	24
Figura 3 <i>Planta de Tratamiento de Aguas Residuales</i>	28
Figura 4 <i>Ubicación de la planta de tratamiento de agua residuales Aláquez</i>	33
Figura 5 <i>Estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez</i>	38
Figura 6 <i>Parte estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez</i>	39
Figura 7 <i>Falta de tratamiento de las aguas residuales</i>	40
Figura 8 <i>Resultados obtenidos para pH</i>	44
Figura 9 <i>Resultados obtenidos para turbidez</i>	45
Figura 10 <i>Resultados obtenidos para sólidos totales</i>	45
Figura 11 <i>Resultados obtenidos para sólidos sedimentables</i>	46
Figura 12 <i>Resultados obtenidos para coliformes fecales</i>	47
Figura 13 <i>Resultados obtenidos para hierro total</i>	47
Figura 14 <i>Resultados obtenidos para fosfatos inorgánicos</i>	48
Figura 15 <i>Resultados obtenidos para aceites y grasas</i>	49
Figura 16 <i>Resultados obtenidos para demanda bioquímica de oxígeno</i>	49
Figura 17 <i>Resultados obtenidos para demanda química de oxígeno</i>	50
Figura 18 <i>Resultados obtenidos para sólidos totales en suspensión</i>	50
Figura 19 <i>Resultados obtenidos para sulfatos</i>	51
Figura 20 <i>Resultados obtenidos para nitritos</i>	51
Figura 21 <i>Resultados obtenidos para nitratos</i>	52
Figura 22 <i>Tren de tratamiento para el diseño de la propuesta de repotenciación</i>	55

Resumen

La descarga de agua residual que proviene ya sea del uso comercial, industrial o doméstico, hoy en día, puede presentar un gran impacto en el medio ambiente. Por esto, el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad del Cantón Latacunga, cuenta con la planta de tratamiento de aguas residuales, que se encuentra ubicada en la Parroquia Aláquez. El principal problema que en la actualidad posee, es la falta de mantenimiento y por ende no se encuentra operando correctamente. El presente proyecto tuvo como objetivo, analizar la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Aláquez y a su vez determinar las etapas de funcionamiento que no se encuentren operando eficazmente. En primera instancia se realizó una investigación para recopilar material bibliográfico de la normativa legal vigente en el Ecuador, la cual permite determinar los parámetros de calidad a ser analizados. Se describió en su totalidad la planta de tratamiento de aguas residuales. Parámetros físicos, químicos, microbiológicos y organolépticos, fueron analizados para determinar cuáles no están cumpliendo con la normativa vigente. Se evaluó el rendimiento actual de la planta, con la finalidad de desarrollar una propuesta para repotenciar los procesos actuales de la planta de tratamiento y se pueda cumplir con los parámetros exigidos legalmente. Después del muestreo y una vez obtenidos los datos del laboratorio, se realizó la evaluación de resultados, se obtuvieron parámetros que están fuera de los límites máximos permisibles conforme al Acuerdo ministerial N°097-A, entre los que resalta coliformes fecales, nitratos, aceites y grasas. En base a estos resultados se presentó una posible propuesta para repotenciar la planta de tratamiento para tratar de minimizar el impacto ambiental que podría generarse por las aguas residuales de la zona.

Palabras Claves: Planta de tratamiento, aguas residuales, calidad, parámetros, normativas.

Abstract

The wastewater discharge from commercial, industrial, or domestic use today can have a major impact on the environment. For this reason, the Decentralized Autonomous Government of the Municipality of the Latacunga Canton has a wastewater treatment plant, which is located in the Aláquez Parish. The main problem that it currently has is the lack of maintenance and therefore it is not operating correctly. The objective of this project was to analyze the current situation of the Aláquez Parish wastewater treatment plant and to determine the stages of operation which are not operating satisfactorily. In the first instance, an investigation was carried out to collect bibliographic material of the legal regulations in force in Ecuador, which allows determining the quality parameters to be analyzed. The wastewater treatment plant was fully described. Physical, chemical, microbiological and organoleptic parameters were analyzed to determine which ones are not complying with current regulations. The current performance of the plant was evaluated, in order to develop a proposal to repower the current processes of the treatment plant and to comply with the legally required parameters. After the demonstration and once the data from the laboratory were obtained, the evaluation of results was carried out, parameters were changed that are outside the maximum permissible limits according to Ministerial Agreement N° 097-A, among which fecal coliforms, nitrates, oils and fats. Based on these results, a possible proposal was presented to repower the treatment plant to try to minimize the environmental impact that could be generated by the wastewater in the area.

Keywords: Treatment plant, wastewater, quality, parameters, regulations

Capítulo I

Generalidades

Introducción

Debido a los problemas ambientales ocasionados a causa de las aguas residuales, durante los últimos años en el mundo, los organismos competentes como el Ministerio del Medio Ambiente, los gobiernos autónomos descentralizados provinciales y cantonales, entre otros, han demostrado preocupación por la situación. Por tal motivo están tratando de reducir o eliminar los problemas generados en lo que se refiere a la disposición de aguas que provienen particularmente del uso doméstico o industrial, que por lo general son descargadas en suelos o cuerpos de agua dulce (Rodríguez H, 2021).

Según Rodríguez L (2020), las plantas de tratamiento de aguas residuales consisten en un lugar donde se almacena el agua, para posteriormente ser tratada por varias etapas de purificación, con el fin de eliminar ciertos residuos como son arenas y sólidos sedimentables, así como también trazas de aceites y compuestos con nitratos, amoníaco y fosfatos, entre otros para reaprovechar el agua tratada. En el Ecuador es importante implementar nuevas plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, con la finalidad de controlar los problemas medioambientales (Miño A, 2014).

De acuerdo a Llive (2020), las aguas residuales propagan graves daños al medio ambiente por la gran carga de materia orgánica que llega al río produciendo la reducción de oxígeno. Además, las aguas residuales son procedentes de zonas de viviendas y de otros servicios que principalmente se producen por el metabolismo de los seres humanos y las actividades domésticas. Cabe mencionar que uno de los problemas principales de las plantas de tratamiento, es que carecen de instalaciones adecuadas para el tratamiento de las aguas, siendo así gran amenaza para la salud humana (Quimtia, 2017).

Una de las leyes vigentes en el Ecuador prohíbe la descarga de residuos líquidos que no hayan sido previamente tratados, sean varios de estos cuerpos receptores como canales de conducción de agua a embalses, canales de drenaje pluvial o a su vez canales de riego, así como cualquier tipo de envases que contengan o hayan contenido agroquímicos o sustancias tóxicas (Acuerdo ministerial N° 097-A, 2015).

La planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez, ubicada en el barrio Laigua, realiza varias etapas para lograr que el agua que se descarga al río cumpla con la normativa vigente. En este proyecto se realizó el análisis de la estructura, funcionamiento, y caracterización de parámetros con el fin de buscar nuevas alternativas para su repotenciación, evitar que se siga propagando la contaminación ambiental, por la falta de atención de los moradores y organismos competentes de la Provincia de Cotopaxi y para cumplir con la normativa legal vigente.

Planteamiento del problema

A nivel mundial, más del 80% de las aguas residuales sean de origen municipal o industrial regresan al medio ambiente sin recibir tratamiento alguno. Con el paso de los años se ha visto la importancia de mitigar el impacto ambiental que genera la descarga de aguas residuales en el ecosistema, al construir las plantas de tratamiento. En la Provincia de Cotopaxi las aguas tratadas son de 268 m³ al día, por lo cual los entes de control se han enfatizado en dar seguimiento al cumplimiento de normativas y leyes vigentes, con el objetivo de garantizar y preservar los derechos de la naturaleza (UNESCO, 2019).

Como menciona Rodríguez H (2021), en el Ecuador existe la gran necesidad de construir plantas de aguas residuales ya que el ser humano consume 249 lt/día de agua y esta cifra es mayor a los 100l/día recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), para satisfacer las necesidades de consumo e higiene. Diariamente se desechan grandes cantidades de agua contaminada a causa de las industrias, hoteles, viviendas, explotaciones mineras y otros lugares. Cabe mencionar que estas aguas residuales son descargadas en los distintos lugares como: ríos, lagos, mares, quebradas, pozos sépticos o huecos adaptados por el ser humano.

Además, las aguas residuales desechadas diariamente en los distintos lugares sin ningún tipo de tratamiento, generan graves inconvenientes de contaminación que afectan el ecosistema (flora y fauna). Las aguas residuales antes de ser vertidas en el ecosistema, deberían pasar por lugares contruidos para que puedan recibir un tratamiento, en la que se pueda modificar sus condiciones tanto físicas, químicas y microbiológicas, con el fin de evitar que su disposición siga causando problemas (Rodríguez H, 2021).

Toda planta de tratamiento de aguas residuales debe estar diseñada, construida y operada correctamente, con el fin de convertir los efluentes provenientes del uso de las aguas de abastecimiento, en un efluente final aceptable y a su vez disponer adecuadamente de los sólidos que obligadamente son separados durante el proceso. Para esto se debe cumplir con ciertas normas o reglas técnicas capaces de garantizar la calidad de las aguas tratadas al límite de que su uso posterior no sea descartado.

Debido a la problemática que existe hoy en día, al no tratar correctamente las aguas residuales y el incremento de la contaminación ambiental, en el presente trabajo se buscó analizar el estado actual y proponer la repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga.

Justificación

En la actualidad, el agua al ser la potencial fuente de vida debe poseer estándares de calidad y mantener el cumplimiento de las especificaciones técnicas, de acuerdo con normativas establecidas por entes de control ambiental con el fin de no seguir ocasionando mayores impactos ambientales. Además, las plantas de tratamiento, son indispensables para la purificación de aguas contaminadas, las mismas deben cumplir con condiciones y especificaciones técnicas para su correcto funcionamiento y cumplir con su objetivo de construcción.

Cabe mencionar, que en la planta de tratamiento de agua residual en la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga, se busca mitigar los agentes contaminantes que son esparcidos a causa de los distintos procesos generados en el lugar. Para esto se busca el cumplimiento de los límites de descarga permisible para cuerpos de agua dulce, establecidos en el Acuerdo Ministerial No 097-A, el mismo que permite garantizar que los efluentes tratados no causen efectos negativos al medio ambiente y por ende potenciar la planta de tratamiento (Acuerdo ministerial N° 097-A, 2015).

Además, es importante el desarrollo del presente trabajo, ya que es necesario obtener experiencia relacionada a los temas de estudio a lo largo de la carrera universitaria, aplicando los conocimientos adquiridos durante la formación como futuros petroquímicos, de acuerdo a las siguientes materias relacionadas al presente trabajo como es: análisis químico e instrumental, impacto ambiental, contaminación, operaciones unitarias, entre otras, con la finalidad de que la planta de tratamiento de aguas residuales posea un sistema óptimo con el que pueda evitar pérdidas materiales o humanas. Un petroquímico puede realizar el trabajo de investigación, con el fin de cumplir con el rol de asesor, fiscalizador y desarrollador de procesos de remediación medioambientales según sea el caso.

Objetivos

Objetivo General

Analizar la situación actual y proponer una repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga.

Objetivos Específicos

- Describir las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez.
- Reseñar la normativa legal vigente.
- Caracterizar el agua a la entrada y salida de la planta de tratamiento.
- Evaluar el rendimiento de los procesos.
- Diseñar una propuesta de repotenciación para la planta de tratamiento.

Variables de investigación

Variables independientes

Los días utilizados para toma de muestras y recopilación de información.

Variables dependientes

Parámetros a analizar como el nivel de: pH, turbiedad, sólidos totales, sólidos sedimentables, hierro, nitratos, sulfatos, aceites y grasas, demanda química.

Capítulo II

Fundamentación teórica

Introducción

De acuerdo a Farías B (2020), las plantas de tratamiento de aguas residuales no son más que un conjunto de operaciones, procesos y actividades unitarias de origen físico-químico o biológico, o a su vez entre la combinación de ellos que están envueltos por fenómenos de transporte y manejo de fluidos.

Las aguas residuales, se pueden definir como: la composición variada proveniente de las descargas de uso público urbano de los sectores aledaños, uso doméstico o del sector industrial que se mezclan de distintas formas. Además, en su composición existe una gran variedad de sustancias que la contaminan, provenientes de establecimientos públicos, privados, comerciales e industriales. Con frecuencia, esta corriente de agua residual puede ser mezclada con aguas subterráneas que se infiltran en la red, o a su vez unirse con aguas superficiales o agua de lluvia, es por ello la importancia que estos efluentes sean tratadas adecuadamente (Noyola A & Morgan M, 2011).

Características de las aguas residuales industriales

Las aguas son vertidas desde locales, domicilios, fabricas que realizan cualquier actividad comercial o industrial. El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental para el desarrollo de este proyecto, así como la descripción de la infraestructura y de operaciones unitarias al ingreso, en el tratamiento y a la salida de las aguas residuales, así como también la gestión de la calidad medioambiental. (Díaz Cuenca, Alvarado Granados, & Camacho Calzada, 2012)

Una caracterización completa en el tratamiento de las aguas residuales, aseguran el éxito en su eliminación. El fracaso de la mayor parte de las plantas de tratamiento de aguas residuales, obedece a una errónea caracterización del agua a ser tratada, ya que dificulta la selección correcta

de las etapas de tratamientos en las que influye los datos de diseño o falla alguna en su proceso de purificación del agua.

En base a Pire C (2019), las aguas residuales o aguas negras presentan características que están asociadas a sus propiedades físicas, químicas y biológicas, entre las que resaltan:

Características físicas: Por su color, presencia de olores, sólidos y temperatura.

Características químicas: De acuerdo a la presencia de proteínas, carbohidratos, grasas y aceites, compuestos orgánicos volátiles, pesticidas, metales pesados, nutrientes, pH, gases disueltos (sulfuro de hidrógeno, metano, oxígeno).

Características biológicas: Por animales, plantas, microorganismos (bacterias, hongos) y virus.

El agua residual puede presentar varios olores y diferentes apariencias características, dependiendo al tiempo en el que fueron producidas. En la Tabla 1 se muestra los tipos de agua residual.

Según Pire C (2019), las aguas residuales o negras se forman por la descarga de sanitarios y las corrientes que salen de los hogares, centros comerciales o de los diferentes lugares públicos y privados, mientras que las aguas grises, tienen un nivel menor en la carga contaminante y se componen únicamente del agua de duchas y lavanderías, pero todas estas aguas se unen a un solo lugar de recolección y son trasladadas a la planta de tratamiento, por lo que es de suma importancia resaltar que estos olores de las aguas residuales resultan de los gases que se forman durante la descomposición anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de los residuos o desechos presentes en ellas (Pire C, 2019).

Tabla 1

Características del tipo de agua residual.

TIPO DE AGUA RESIDUAL	OLOR	APARIENCIA
Fresca	Olor a moho (razonablemente soportable)	Tonalidad grisácea
Vieja o Séptica	Olor insoportable y atribuido a la formación de sulfuro de hidrogeno.	Tonalidad de gris a negra
Mescladas con efluentes industriales	Olor a productos descompuestos, materia fecal, productos rancios, entre otros.	Tonalidad variada, predominada coloración de productos utilizados en el proceso productivo.

Nota. Información tomada de (Pire C, 2019).

Tipo de aguas residuales

Como menciona Pire C (2019), las aguas residuales o aguas sucias comúnmente llamadas, son una mezcla de residuos sólidos y líquidos de diferentes índoles, de acuerdo a su origen. Algunos ejemplos se pueden observar en la Figura 1.

Figura 1

Tipo de Aguas Residuales



Nota. Generación de aguas residuales.

Las aguas Residuales, se pueden clasificar según Pire C (2019) en: de uso Doméstico: Estas aguas provienen de zonas residenciales o comerciales, que han sido utilizadas con fines higiénicos tales como: (sanitarios, en cocinas, lavanderías. Además, se caracterizan por ser ricas en materia orgánica y microorganismos. Industriales: Estas aguas son generadas por los procesos industriales y sus características dependiendo del tipo de industria en que las generó. Sector Ganadero y agrícola: Estas aguas residuales, se generan en áreas rurales donde existe ganadería y siembra de cultivos como en el caso de estudio en la parroquia Aláquez. Ambas se caracterizan por ser ricas en materia orgánica, mientras que las ganaderas poseen elevado contenido de microorganismos, las agrícolas tienen presencia de fertilizantes y pesticidas que son utilizados en distintas áreas para la producción. Infiltración: el agua ingresa en el sistema de alcantarillado de forma directa o indirecta por medio de tuberías. Aguas pluviales: conocidas como agua de lluvia, corresponden al agua que fluye por la superficie. Su composición cambia con la duración de las lluvias. Depende de la automatización y el proceso de tratamiento para eliminar impurezas en las aguas vertidas en la planta, con el fin de reutilizar estas aguas en distintos procesos dentro de la comunidad o a sus alrededores.

Contaminantes de interés en el tratamiento aguas residuales

Para el manejo de las aguas residuales en una planta de tratamiento, se debe someter el líquido a diferentes tratamientos de filtración o depuración que permitan remover, eliminar o transformar esos componentes indeseados y poder transformarlos en agua óptima para la reutilización para los distintos sectores aledaños de Aláquez o a su vez para la descarga en cuerpos de agua dulce. Estos componentes se les denominan contaminantes del agua y deben ser removidos (Pire C, 2019).

Los contaminantes principales que se encuentran en las aguas residuales son: de naturaleza química, física y biológica, que les puede describir a continuación:

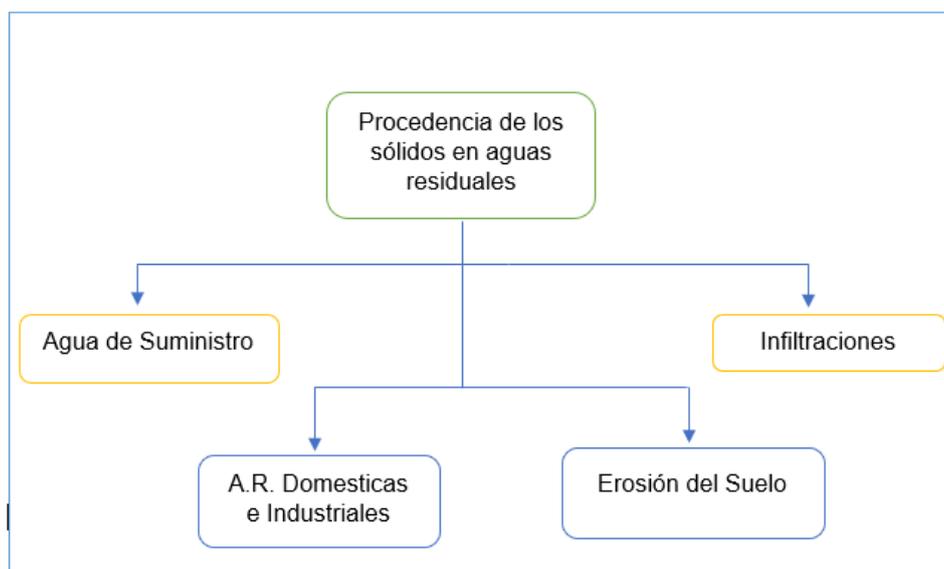
Componentes físicos

Sólidos en suspensión: Estos contaminantes son los que afectan negativamente la estética o esencia del agua, generando depósitos de lodo y demanda de oxígeno, lo que puede ocasionar condiciones anaerobias produciendo olores desagradables. (Pire C, 2019). La procedencia de estos sólidos se puede ver en la Figura 2.

La materia orgánica también puede presentarse en forma de sólidos. Entre los que se pueden encontrar: sólidos suspendidos (SS), disueltos (SD), los que pueden ser volátiles (SV), o fijos (SF) que suelen ser inorgánicos. Un gran porcentaje de estos contaminantes pueden ser sedimentables (SSed). Todos estos tipos de sólidos se los puede cuantificar mediante gravimetría (Escobar & Ortiz, 2018).

Figura 2

Componentes de sólidos



Nota. Información tomada de (Garzón Davinia & Espino Rocio, 2017)

Olores: Los olores pueden generarse debido a los gases liberados, en el tiempo que dura el proceso de descomposición de la materia orgánica (Pire C, 2019).

Color: El color varía de acorde al tiempo que se encuentran almacenadas las aguas residuales, que puede ser determinada cualitativamente en función de su color y olor. El color del agua residual puede presentar una variación gradual de gris a gris oscuro, para finalmente adquirir un color negro. Algunas aguas residuales pueden añadir colores diferentes debido a la utilización de ciertos compuestos químicos que se utilicen en el proceso productivo o del sector en que se desechen (Pire C, 2019).

El color de las aguas residuales, es causado por sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. Existe dos colores que se generan como el **color aparente** que se da a causa por sólidos suspendidos y el **color verdadero** es causado por sustancias disueltas y coloidales, el cual se obtiene por una muestra filtrada (Garzón Davinia & Espino Rocio, 2017).

Las sustancias húmicas, habitualmente imparten un color amarillo al agua. Por otra parte, las descargas industriales pueden tener tintes orgánicos y compuestos metálicos, lo que puede dar una variedad de colores a las aguas residuales. Además, existen valores cuantitativos para estimar la condición general del agua residual, en base a la Tabla 2 (Garzón Davinia & Espino Rocio, 2017).

Tabla 2

Descripción de colores

COLOR	DESCRIPCIÓN
Café Claro	6 horas después de la descarga.
Gris Claro	Aguas con cierto grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en recolección.
Gris oscuro o negro	Aguas sépticas que al permanecer en un medio anaerobio han sufrido una fuerte descomposición por bacterias.

Nota. Información tomada de (Garzón Davinia & Espino Rocio, 2017)

Temperatura: Factor por el cual la vida acuática, las reacciones químicas y velocidades de reacción se ven afectadas. En agua caliente la cantidad de oxígeno disuelto es menor que en agua fría. Este efecto se ve amplificado cuando se vierten cantidades considerables de agua caliente a las aguas naturales del cuerpo receptor (Pire C, 2019).

Componentes químicos orgánicos:

Proteínas: Estas proteínas se encuentran influenciadas por los componentes del organismo animal. Es decir, están formadas por oxígeno, hidrógeno, carbono y nitrógeno. La composición química de las proteínas es muy compleja e inestable, lográndose estructuras muy grandes con masas molares desde 20.000 hasta 20 millones g/mol (Pire C, 2019).

Hidratos de carbono: Estos compuestos se encuentran conformados por carbono, hidrógeno y oxígeno que forman las estructuras de los azúcares, almidones, celulosas y fibra de madera (Pire C, 2019).

Grasas y aceites: Las grasas y aceites están compuestos de alcohol (ésteres) o glicerol (glicerina) y ácidos grasos. Estos son muy parecidos en la estructura química y están combinados por carbono, oxígeno e hidrógeno. Las grasas se hallan entre los compuestos orgánicos de mayor estabilidad, y su descomposición por acción bacteriana no es sencilla (Pire C, 2019).

Agentes tensoactivos: Se encuentran conformados por moléculas de gran tamaño, ligeramente solubles en agua y que son responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los cuerpos de aguas receptoras en la planta de tratamiento y por lo que en la superficie de las burbujas de aire se crea una espuma muy estable (Pire C, 2019).

Componentes químicos inorgánicos:

Potencial de hidrógeno pH: Este parámetro se mide la concentración del ion hidrógeno, el mismo es de gran importancia para el caso de aguas residuales, ya que afecta la proliferación y desarrollo adecuado de la mayor parte de la vida biológica, por lo cual se da en un margen estrecho y crítico de pH que oscila entre 6 y 9 unidades. Cuando la concentración del ion hidrógeno no es adecuada, se presentan dificultades para utilizar tratamientos de depuración con procesos biológicos. (Pire C, 2019). Es un parámetro muy importante cuando se tiene implementado una unidad de tratamiento biológico. El valor óptimo para que las bacterias aerobias se reproduzcan y consuman la carga orgánica es de 6,5 y 8,5 unidades (Escobar & Ortiz, 2018).

Alcalinidad: Está provocada por la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, sodio, potasio o amoníaco. Ayuda a neutralizar los ácidos y por tanto a regular los cambios de pH. Este parámetro es de importancia especial cuando se utilizan tratamientos químicos y cuando se quieren eliminar nutrientes por vía biológica (Pire C, 2019).

Nutrientes: nitrógeno y fósforo son los principales elementos que, en caso de ser descargados a un cuerpo de agua, pueden ocasionar el crecimiento de vida acuática indeseada, provocando la disminución de oxígeno disuelto del agua y pondría en peligro la existencia de las poblaciones de seres vivos (proceso de eutrofización) (Pire C, 2019).

Metales pesados: entre los principales elementos se encuentra el cadmio, mercurio y cobre que, debido a su naturaleza tóxica, causan impacto negativo al ser descargados sobre el ecosistema receptor, interfiriendo además con la efectividad de los tratamientos biológicos de depuración (Pire C, 2019).

Tratamiento de Aguas Residuales

Básicamente, el tratamiento de aguas residuales, inicia por la separación física de sólidos grandes tales como: (basura) que arrastra la corriente por lo cual utilizan un sistema de rejillas (mallas) como se observa en la Figura 3, aunque, también dichos desechos, pueden ser triturados por equipos especiales dependiendo la parte económica del sector para la implementación de estas máquinas; posteriormente se aplica un desarenado (separación de sólidos pequeños como la arena), seguido de una sedimentación primaria (o tratamiento similar) que separe los sólidos suspendidos existentes en el agua residual. Con el fin de eliminar metales disueltos, suelen utilizar reacciones de precipitación, que se manipulan para eliminar plomo y fósforo, principalmente. Además, se da la conversión de la materia biológica disuelta en una masa sólida usando bacterias adecuadas que generalmente se encuentran presentes en las aguas residuales. Una vez separada la masa biológica (proceso llamado sedimentación), se puede tratar el agua con procesos adicionales (tratamiento terciario) como desinfección y filtración. El efluente del tratamiento terciario puede ser descargado o reintroducido de nuevo en una masa de agua natural que puede ser utilizada en los distintos sectores que lo requieran (Orellana, 2005).

Figura 3

Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.



Nota. Planta de tratamiento de agua residual de Aláquez – Cotopaxi.

Consideraciones especiales

Procesos físicos (desbaste, sedimentación, filtración, flotación, coagulación-floculación).

Procesos químicos (precipitación, procesos electroquímicos, adsorción, desinfección entre otros).

Procesos biológicos (proceso anaerobio aerobios y anóxicos).

Técnicas de análisis de parámetros de Aguas Residuales

Para realizar el análisis de los parámetros de aguas residuales el objetivo en general es obtener una muestra de la composición distintiva que defina el estado promedio de la PTAR. Es por eso que estos cuatro principios nos ayudarán a conseguir una muestra con esas cualidades como se detalla a continuación: (SENASBA, 2015).

Lugar: Se basa en elegir un lugar adecuado para tomar la muestra.

Tiempo: Es necesario considerar el tiempo adecuado para tomar la muestra.

Frecuencia: Tomar las muestras en la frecuencia adecuada.

Técnica: Usar una técnica del muestreo adecuada.

Toma de muestras para el análisis de aguas residuales

Instrucción paso a paso:

1. Es de gran importancia preparar todos los materiales como: guantes desechables y desinfectante para protegerse, un recipiente limpio para la muestra, un balde limpio en el caso de muestras cualificadas. Una hoja de documentación para evidenciar el muestreo (normalmente es facilitada por el laboratorio que hace los análisis).
2. Un aspecto importante en el caso de toma de muestra del afluente y del efluente, se debe empezar con el efluente para que no se contamine las muestras de una concentración baja.
3. Tener llena la documentación y las etiquetas de los frascos antes de la toma de muestras.

4. El recipiente del muestreador y el balde debe ser enjuagado con el agua que se va a utilizar para la muestra, así se asegura que no haya restos de la muestra anterior en el recipiente.
5. Sacar la muestra con la técnica adecuada.
6. Nunca llenar el frasco completamente – especialmente si es una muestra para análisis microbiológico.
7. Cierre el frasco lo más pronto posible y póngalo en una conservadora a temperatura fría y cierre la conservadora.
8. No se deben botar los guantes usados u otro residuo en el lugar del muestreo. Siempre se necesita una bolsa que es usada como un basurero y que se lleva después del muestreo.
9. Es importante mantener la muestra en un lugar fresco ya que la radiación y el calor pueden influir en los resultados.

Normativa vigente

Para dar cumplimiento a los objetivos trazados en el presente trabajo investigativo, se da a conocer la Normativa Legal vigente en el Ecuador, sobre las plantas de tratamiento de aguas residuales municipales como se detalla en la Tabla 3.

Como se menciona en el Acuerdo Ministerial N° 097-A (2015), es indispensable controlar y mitigar todo acto que pueda generar un impacto negativo al medio ambiente, realizando procesos de prevención, control y seguimiento de actividades que pueden afectar o contribuir con la contaminación. La Entidad Ambiental de Control perteneciente a cada zona o territorio en estudio, plantea normas de acuerdo con los usos del agua establecidos en el Reglamento de legislación secundaria del medio ambiente, para la prevención y control de la contaminación, siendo así una de las prohibiciones para esta área en estudio, la descarga de fluidos a un cuerpo de agua dulce sin cumplir con la normativa. En donde el Art. 264 de la Constitución de la República determina a los gobiernos municipales como encargados de la depuración de aguas residuales, así como también el saneamiento ambiental.

El Art. 80 de la ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua, prohíbe la descarga directa o indirecta sin previo tratamiento, ya sea de aguas residuales o aguas servidas hacia aguas de dominio público.

Tabla 3

Límites máximos permisibles conforme al Acuerdo ministerial N°097-A

PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE PERMISIBLE
pH a 19.1°C	-	5-9
TURBIDEZ	FAU	-
SÓLIDOS TOTALES	ml/l	1600
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	1
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	ml/l	100
SULFATOS	mg/l	1000
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	<3000
HIERRO TOTAL	mg/l	10
FOSFATOS INORGÁNICOS	ml/l	10
NITRATOS	ml/l	10
NITRITOS	ml/l	10
ACEITES Y GRASAS	ml/l	0.3
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mlO ₂ /l	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mlO ₂ /l	250

Nota. Información tomada del (Acuerdo ministerial N° 097-A, 2015)

Capítulo III

Metodología de desarrollo del proyecto

El presente trabajo, se llevó a cabo en cooperación con el Gobierno Autónomo Descentralizado de la Municipalidad del Cantón Latacunga. Fue desarrollado en la provincia de Cotopaxi, en la parroquia Aláquez. Este proyecto tuvo como objetivo el análisis actual de la planta de tratamiento de aguas residuales y así proponer una repotenciación en la misma.

Los datos y las variables necesarias para el presente proyecto, se basaron en recolectar de manera in situ, mediante la toma de muestras y el análisis físico, químico y biológico de las muestras recolectadas. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador.

Además, se consideró el análisis actual de la infraestructura de la planta de tratamiento de aguas residuales, con el fin de proponer un diseño para repotenciar este lugar y garantizar que el agua sea tratada correctamente y cumpla con los parámetros establecidos en el Acuerdo Ministerial N°97-A, para su descarga en el cuerpo de agua dulce.

Ubicación

En el Ecuador, la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez, se encuentra ubicada a 500 metros al Oeste de la Empresa Productos Lácteos del Campo y al Este del río Cutuchi según la referencia $0^{\circ}51'57.6''S$ $78^{\circ}37'27.5''W$ como se muestra en la Figura 4

En el desarrollo del presente proyecto, se tomó en consideración el espacio físico que se encuentra ubicado en el barrio Laigua de Vargas perteneciente a la Parroquia Aláquez, donde se encuentra instalada la planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 4

Ubicación de la planta de tratamiento de agua residuales Aláquez



Nota. Planta de Tratamiento de aguas residuales.

Descripción de la planta de tratamiento

Se realizaron visitas programadas a la planta de tratamiento de agua. Aquí se pudo visualizar el estado actual de la misma, se registran novedades presentes en cuanto se refiere al estado y desgaste de material. Se realiza una verificación del estado del tanque sedimentador y de los reactores. Es importante tomar nota de cada una de las etapas que se encuentran en funcionamiento, así como también de los procesos que no están operando.

Muestreo

Además, para dar mayor énfasis a la situación actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Aláquez, se hizo un estudio a través de muestras tomadas de la planta de tratamiento. Se realizó el muestreo durante los días miércoles, viernes y domingo, por motivo que la planta compacta de tratamiento de agua no está en funcionamiento, las muestras fueron tomadas después de pasar por el filtro primario.

Para la obtención de datos, se elaboró una matriz general para la evaluación. Cabe recalcar que al recolectar la información es necesario la toma de muestras por lo cual se consideró 3 días. Se evaluó el nivel de pH, la turbiedad, los sólidos totales (ST), sólidos sedimentables (SSed) y los sólidos suspendidos (SS), como se muestra en la Tabla N.- 4.

Tabla 4

Muestras de 3 días para PH, Turbiedad, s-totales, s-sedimentables, s-suspendidos.

Número de ensayo	Día	Potencial de Hidrógeno [pH]	Turbiedad	Sólidos Totales [ST]	Sólidos Sedimentables [SSed]	Sólidos Suspendidos [SS]
1	Miércoles	pH1	T1	ST1	Ssed1	SS1
2	Viernes	pH2	T2	ST2	Ssed2	SS2
3	Domingo	pH3	T3	ST3	SSed3	SS3

Para obtener mejor información, se analizó las siguientes sustancias químicas como: Hierro (Fe), Fosfatos (PO_4^{3-}), Nitritos (NO_2), Nitratos (NO_3) y los Sulfatos (SO_4^{2-}). De igual manera se tomó en consideración los tres días trazados como es: miércoles, viernes y domingo como se establece en la Tabla 5

Tabla 5

Muestras de 3 días del Fe, PO₄, NO₂, NO₃, SO₄

Número de ensayo	Día	Hierro [Fe]	Fosfatos [PO₄]-3	Nitritos [NO₂]-	Nitratos [NO₃]-	Sulfatos [SO₄]-2
1	Miércoles	Fe1	PO1	NI1	NA1	S1
2	Viernes	Fe2	PO2	NI2	NA2	S2
3	Domingo	Fe3	PO3	NI3	NA3	S3

La Tabla 6 se muestra el análisis y recopilación de información de los tres días estipulados tomando en cuenta los aceites y grasas generadas por las aguas residuales, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO) y los coliformes fecales generados en este proceso.

Tabla 6

Muestras de 3 días de aceites y grasa, demanda bioquímica, coliformes fecales.

Número de ensayo	Día	Aceites y Grasas	Demanda Bioquímica de Oxígeno [DBO₅]	Demanda Química de Oxígeno [DQO]	Coliformes Fecales
1	Miércoles	X1	Y1	Z1	CF1
2	Viernes	X2	Y2	Z2	CF2
3	Domingo	X3	Y3	Z3	CF3

Para el muestreo se siguieron las indicaciones del Laboratorio de la Universidad Central del Ecuador Facultad de Ingeniería Química, por lo que se recolectaron las muestras en envases esterilizados, ya que se deben analizar coliformes y DBO, para estos ensayos la conservación de muestras no debe exceder de 12 horas antes de los análisis, para evitar pérdida de propiedades.

En principio los análisis serían realizados por el estudiante en el laboratorio del GAD Municipal de Latacunga, ubicado en Loma Grande. El muestreo fue realizado en la primera etapa de la planta de tratamiento de aguas residuales. Los envases fueron lavados 3 veces con el líquido que ingresa al tanque de almacenamiento, para luego llenarlos con el agua residual y posteriormente ser etiquetados. Se colocaron las muestras en fundas plásticas de color negro para evitar pérdida de propiedades. Las muestras fueron trasladadas a la ciudad de Quito para ser entregadas en el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador. Aquí se realizaron análisis de electrometría que se basa en la difusión del oxígeno molecular a través de una membrana plástica permeable, respirometría que es la medición del consumo de oxígeno por parte de microorganismos que trabajan sobre un sustrato orgánico. La técnica basada en el proceso de absorción de la radiación ultravioleta-visible es espectroscopia UV-VIS Y volumetría, una técnica en donde se utiliza el volumen de una solución de concentración conocida.

Materiales

Para la ejecución del presente proyecto en el análisis actual y propuesta de repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga, se utilizaron materiales como botellas plásticas, guantes quirúrgicos, mascarilla, marcador permanente, etiquetas adhesivas, marcador, entre otros.

Los parámetros que fueron analizados son Ph a 19.1 °C, turbidez, sólidos totales, sólidos sedimentables, sólidos totales en suspensión, coliformes fecales, hierro total, fosfatos inorgánicos, nitratos, nitritos, sulfatos, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (Acuerdo ministerial N° 097-A, 2015). Los métodos utilizados por el laboratorio de la Universidad Central del Ecuador, para cada uno de los análisis de las muestras recolectadas en la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez, fueron respectivamente Electrometría, Espectroscopia UV-VIS, gravimetría, volumetría, espectroscopia de absorción atómica y respirometría.

Capítulo IV

Desarrollo y resultados

Evaluación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez

Estructura actual de la planta de tratamiento

La estructura del tanque sedimentador, está diseñada en forma de un hueco construido a base de cemento y recubierto por pintura impermeable, consta de una tapa metálica la cual permite a los operarios ingresar dentro del tanque y realizar mantenimiento como se observa en la Figura 5. Esta etapa tenía por objetivo almacenar el agua libre de partículas sólidas, grasas, aceites, entre otras sustancias.

Figura 5

Estado actual de la planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez.



Nota. Planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez.

Parte de la estructura del tanque de la planta de tratamiento de aguas residuales municipales, contienen estructuras metálicas, que están oxidadas por el abandono que tiene este lugar y por la falta de funcionamiento, por lo que se ha ido deteriorando como se muestra en la Figura 6.

Figura 6

Parte estructural de la planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez.



Nota. Planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez.

En esta etapa de sedimentación se identificaron residuos, partículas sólidas, además de residuos de metales en estado de oxidación provenientes de la tapa metálica e interna del tanque del almacenamiento, además se pudo identificar que, por el abandono y la falta de operación de la planta, las aguas residuales están generando mal olor por la acumulación de lodo.

El agua residual municipal o doméstica, en la actualidad ingresa al tanque para ser tratada únicamente en la fase de sedimentación de lodo. Se identificó que los reactores anaerobios no están en funcionamiento, por lo que no cumple con el tratamiento biológico de aguas residuales, para la remoción de coliformes y materia orgánica. Cabe mencionar que la falta de funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la Parroquia Aláquez, puede incrementar la contaminación ambiental ya que estas aguas están siendo desechadas sin previo tratamiento al río Cutuchi como se muestra en la Figura 7.

Figura 7

Falta de tratamiento de las aguas residuales.



Nota. Planta de tratamiento de aguas residuales de Aláquez.

Evaluación de la normativa legal vigente

La norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes, tiene como objetivo principal proteger la calidad del agua y preservar sus usos, así como también salvaguardar la integridad de las personas. Toda actividad que se relacione con actividades de conservar o recuperar la calidad del recurso agua, se debe basar en la presente ley. La Tabla 7 muestra los datos obtenidos de las muestras tomadas después del filtro primario, es decir al ingreso del agua a la planta de tratamiento, así como también, los límites máximos permisibles que presenta la normativa legal vigente siendo este el anexo 1 del libro VI del texto unificado de legislación secundaria. Cabe mencionar que la frecuencia de monitoreo y la cantidad de muestras que permiten determinar el cumplimiento de los entes regulados, serán establecidos por el ente de control ambiental como es el Ministerio de Ambiente (Acuerdo ministerial N° 097-A, 2015).

Los datos obtenidos fueron de gran importancia, a partir de dichos resultados se pudo hacer una evaluación y analizar parámetros que están fuera de los límites, se pudo verificar las etapas que

no están en funcionamiento y se desarrolló la propuesta de repotenciación con procesos que ayudan a remover ciertos contaminantes específicos como son coliformes fecales, nitratos, aceites y grasas.

Tabla 7

Tabulación de datos obtenidos por el laboratorio y límites permisibles.

PARÁMETRO	UNIDAD	DÍA DE MUESTREO			LÍMITE PERMISIBLE
		MIÉRCOLES	VIERNES	DOMINGO	
pH a 19.1°C	-	7.86	7.73	7.52	5-9
TURBIDEZ	FAU	8	10	29	-
SÓLIDOS TOTALES	ml/l	412	476	574	1,600
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	0.1	0.3	1.5	1
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	ml/l	30	70	90	100
SULFATOS	mg/l	29.857	34.052	35.773	1,000
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	280	2,100	3,500	<3,000
HIERRO TOTAL	mg/l	0.402	0.402	1.427	10
FOSFATOS INORGÁNICOS	ml/l	4	4.5	6.1	10
NITRATOS	ml/l	33.75	26.2	20.45	10
NITRITOS	ml/l	1.27	2.013	2.27	10
ACEITES Y GRASAS	ml/l	6	6	6	0.3
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mlO ₂ /l	10	13.46	14.15	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mlO ₂ /l	27	42	80	250

Nota. Datos tomados del Laboratorio de la universidad central del Ecuador (TULSMA, 2015).

Análisis del agua

Se realizó el análisis de 3 muestras tomadas los días miércoles, viernes y domingo. El líquido fue recolectado al ingreso de la planta de tratamiento, y fue enviado al laboratorio de la universidad Central.

Los datos obtenidos para el nivel de pH, la turbiedad, los sólidos totales (ST), sólidos sedimentables (SSed) y los sólidos suspendidos (SS) se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8

Datos obtenidos para el nivel de pH, la turbiedad, los sólidos totales, sólidos sedimentables y sólidos suspendidos

Número de ensayo	Día	pH a 19.1°C	TURBIDEZ [FAU]	SÓLIDOS TOTALES [ml/l]	SÓLIDOS SEDIMENTABLES [ml/l]	SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN [ml/l]
1	Miércoles	7.86	8	412	0.1	30
2	Viernes	7.73	10	476	0.3	70
3	Domingo	7.52	29	574	1.5	90

El resultado para Hierro (Fe), Fosfatos (PO₄)-3, Nitritos (NO₂), Nitratos (NO₃) y los Sulfatos (SO₄)-2, se muestra en la Tabla 9. De igual manera se consideró los tres días trazados como es: miércoles, viernes y domingo.

Tabla 9

Datos obtenidos para Hierro, Fosfatos, Nitritos, Nitratos y Sulfatos.

NÚMERO DE ENSAYO	DÍA	HIERRO TOTAL [mg/l]	FOSFATOS [ml/l]	NITRITOS [ml/l]	NITRATOS [ml/l]	SULFATOS [mg/l]
1	Miércoles	0.402	4	1.27	33.75	29.857
2	Viernes	0.402	4.5	2.013	26.2	34.052
3	Domingo	1.427	6.1	29.857	20.45	35.773

La Tabla 10 se puede ver los resultados del análisis y recopilación de información de los tres días estipulados tomando en cuenta los aceites y grasas generadas por las aguas residuales, la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), demanda química de oxígeno (DQO) y los coliformes fecales.

Tabla 10

Datos obtenidos para aceites y grasas, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de oxígeno y coliformes fecales

NÚMERO DE ENSAYO	DÍA	ACEITES Y GRASAS [ml/l]	DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO [mlO2/l]	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO [mlO2/l]	COLIFORMES FECALES [NMP/100ml]
1	Miércoles	6	10	27	280
2	Viernes	6	13.46	42	2,100
3	Domingo	6	14.15	80	3,500

Análisis de los parámetros

Para un mejor análisis de los resultados obtenidos se realizaron gráficas de cada uno de los parámetros, con base a los días miércoles, viernes y domingo.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los análisis del laboratorio de la Universidad Central del Ecuador, a la tabulación de datos y su comparativo, se pudo observar que los parámetros como sólidos sedimentables, nitratos, coliformes fecales, aceites y grasas se encuentran fuera de los límites máximos permisibles.

pH a 19.1°C

Los datos obtenidos para el potencial de hidrógeno son miércoles 7.86, viernes 7.73 y el día domingo 7.52. Siendo de 5-9 el límite máximo permisible de pH. Como se muestran en la Figura 8 los datos obtenidos cumplen con la normativa conforme al Acuerdo Ministerial N° 97-A, por lo que no se verifica un mayor inconveniente para poder descargar el agua a un cuerpo de agua dulce, en lo que a este parámetro se refiere.

Figura 8

Resultados obtenidos para pH

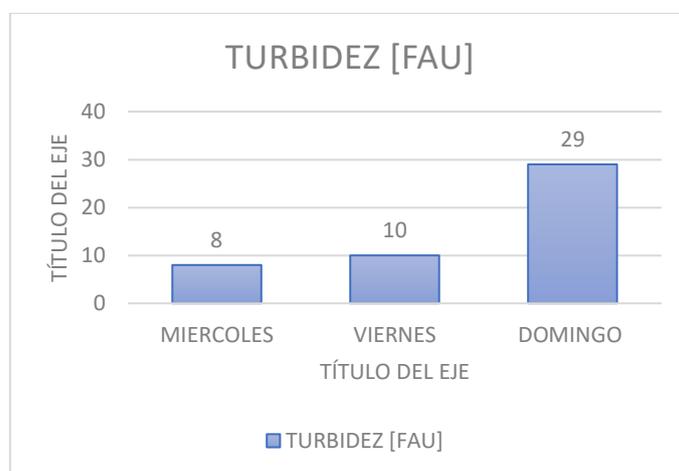


Turbidez

Los resultados para Turbidez son miércoles 8 [FAU], viernes 10 [FAU] y el día domingo 29 [FAU] como se evidencia en la Figura 9.

Figura 9

Resultados obtenidos para turbidez

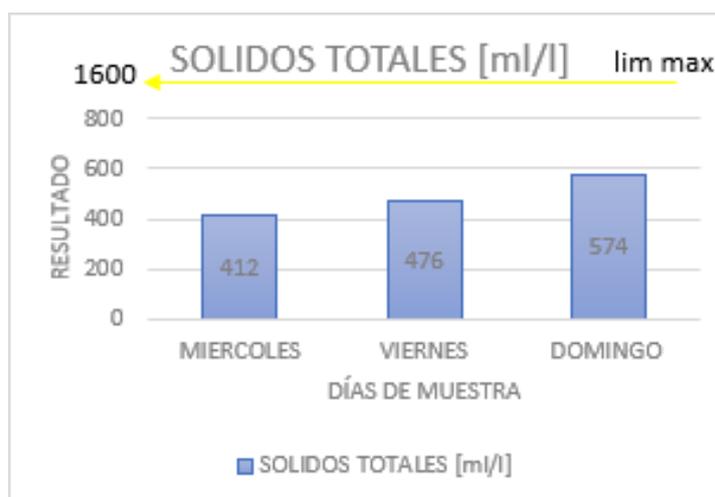


Sólidos totales

Los datos obtenidos para el parámetro sólidos totales se muestran en la Figura 10, el día miércoles se obtiene 412 [ml/l], viernes 476 [ml/l] y el día domingo 574 [ml/l], estos datos son menores que 1600 [ml/l] por lo que se puede descargar en un cuerpo de agua dulce el agua residual sin un tratamiento previo.

Figura 10

Resultados obtenidos para sólidos totales

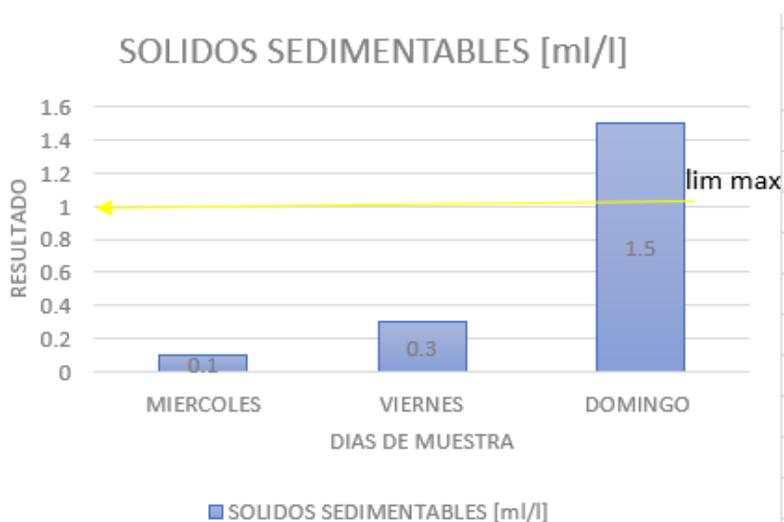


Sólidos sedimentables

Los datos obtenidos para sólidos sedimentables son miércoles 0.1 [ml/l], viernes 0.3 [ml/l] y el día domingo 1.5[ml/l] como se muestran en la Figura 11. Siendo 1 [ml/l] el límite máximo, por lo que el día domingo no se cumple con la normativa. Como se pudo observar en los sólidos totales, los resultados se encuentran por arriba del límite máximo permisible, esto se puede dar ya que el día domingo hay una mayor afluencia de personas a la parroquia Aláquez por ser un lugar turístico. De esta manera se ve presente en el agua materia disuelta, que no está siendo retenida en las etapas primarias de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Figura 11

Resultados obtenidos para sólidos sedimentables

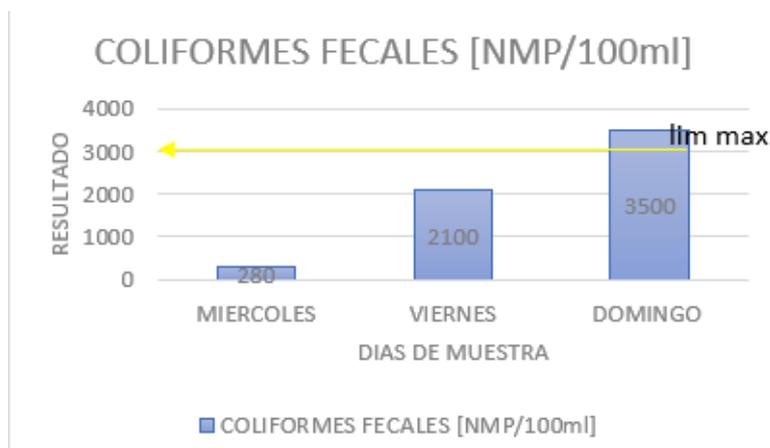


Coliformes fecales

Los resultados para coliformes fecales son miércoles 280 [NMP7100ml], viernes 10 [NMP7100ml] y el día domingo 29 [NMP7100ml] como se evidencia en la Figura 12. Con un límite máximo permisible de 3,500 [NMP7100ml] establecido en el Texto unificado de legislación secundaria (TULAS), el día domingo incumple con la normativa y no puede ser descargado sin tratamiento previo al río Cutuchi, por la alta presencia de organismos patógenos. De esta manera se verifica que, por el exceso de material fecal, los rectores anaerobios no están en funcionamiento.

Figura 12

Resultados obtenidos para coliformes fecales

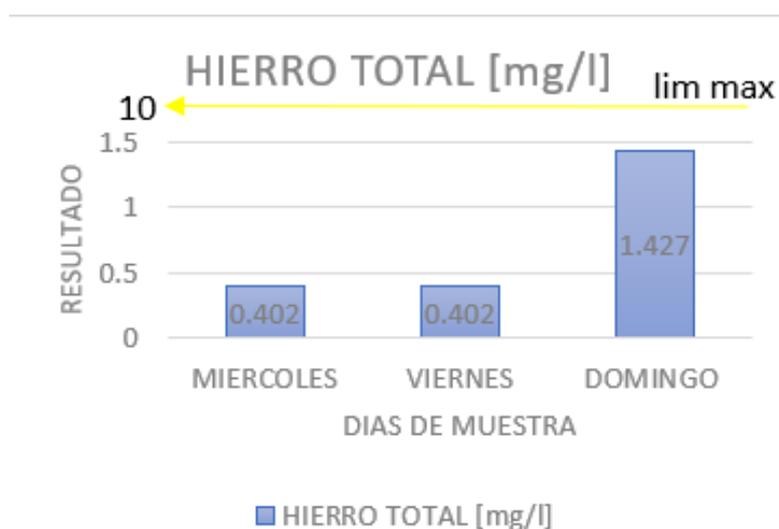


Hierro total

Los datos obtenidos para el parámetro hierro total se muestran en la Figura 13, el día miércoles y viernes se obtiene 0.402 [mg/l] y el día domingo 1.427 [mg/l]. El límite máximo permisible es 10 [mg/l], por lo que este parámetro se encuentra dentro del rango establecido por la normativa.

Figura 13

Resultados obtenidos para hierro total



Fosfatos inorgánicos

Los datos obtenidos para fosfatos inorgánicos son miércoles 4 [ml/l], viernes 4.5 [ml/l] y el día domingo 6.2 [ml/l]. Como se muestra en la Figura 14 el límite máximo permisible es 10[ml/l], por lo cual los fosfatos inorgánicos presentes en el agua residual no presentan riesgo para el medio ambiente.

Figura 14

Resultados obtenidos para fosfatos inorgánicos

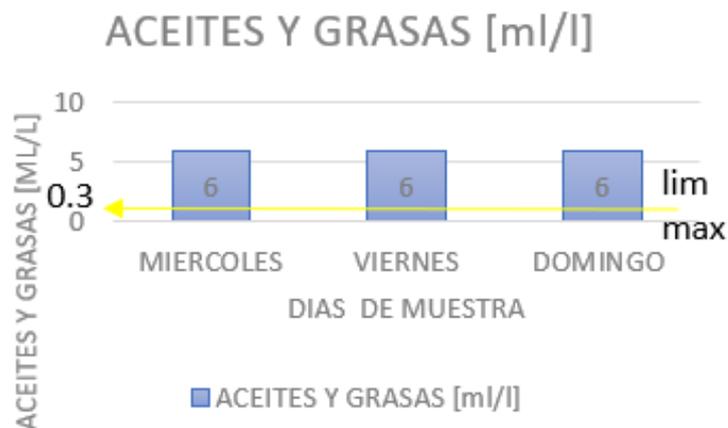


Aceites y grasas

Los resultados para aceites y grasas para los 3 días es 6 [ml/l] como se evidencia en la Figura 15. Con un límite máximo permisible de 0.3 [ml/l] este parámetro no cumple con los límites permisibles que se exige en la normativa legal vigente. De esta manera el agua analizada en el presente trabajo requiere un tratamiento previo antes de ser descargada a un cuerpo de agua dulce.

Figura 15

Resultados obtenidos para aceites y grasas.

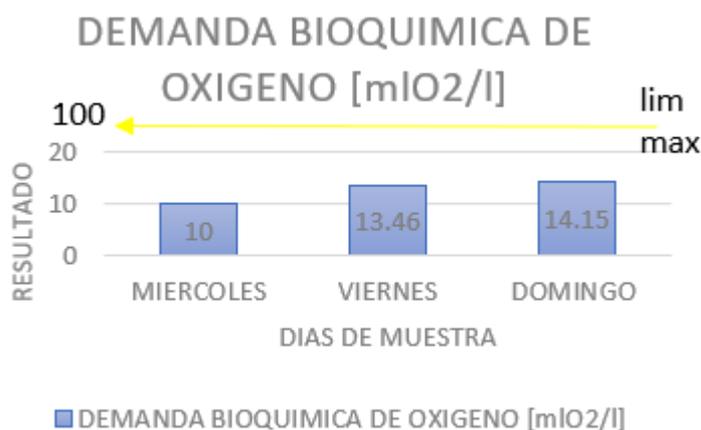


Demanda bioquímica de oxígeno

Los datos obtenidos para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno se muestran en la Figura 16, el día miércoles 10 [mLO₂/l], viernes 13.46 [mLO₂/l] y el día domingo se obtiene 14.15 [mLO₂/l], siendo estos valores menores a 100 [mLO₂/l], valor requerido para evacuar el efluente líquido.

Figura 16

Resultados obtenidos para demanda bioquímica de oxígeno

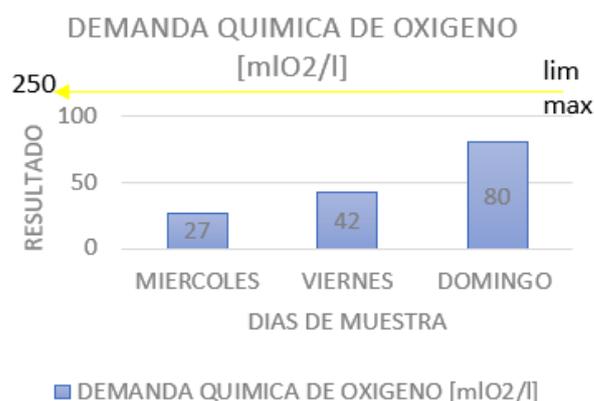


Demanda química de oxígeno

Los datos obtenidos para la demanda química de oxígeno son miércoles 27 [mLO₂/l], viernes 42 [mLO₂/l] y el día domingo 80 [mLO₂/l] cómo se muestran en la Figura 17. Siendo 250 [mLO₂/l] el límite máximo permisible, el agua residual de la planta de tratamiento de Aláquez no necesita tratamiento previo para su descarga.

Figura 17

Resultados obtenidos para demanda química de oxígeno

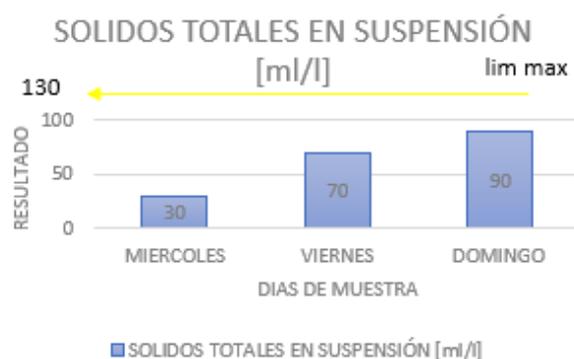


Sólidos totales en suspensión

Los datos obtenidos para el parámetro sólidos totales en suspensión se muestran en la Figura 18, el día miércoles con un valor de 30 [ml/l], viernes se obtiene 70 [ml/l] y el día domingo 90 [ml/l], estos valores no superan el límite máximo permisible de 100 [ml/l].

Figura 18

Resultados obtenidos para sólidos totales en suspensión

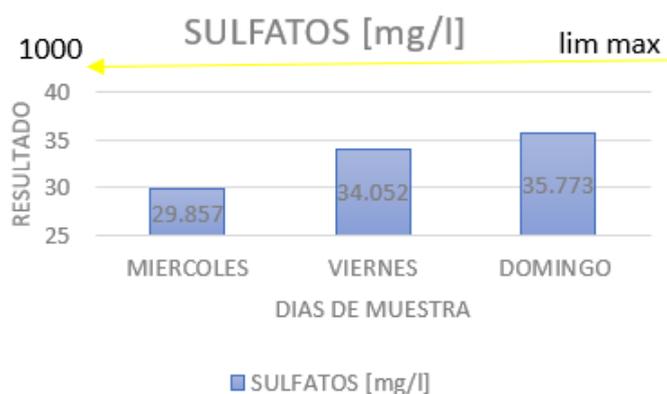


Sulfatos

Los datos obtenidos para el parámetro sulfatos se muestran en la Figura 19, el día miércoles 29.857 [mg/l], viernes se obtiene 34.052 [mg/l] y el día domingo 35.773 [mg/l]. El límite máximo permisible es 1000 [mg/l], por lo que no representan una amenaza para el medio ambiente.

Figura 19

Resultados obtenidos para sulfatos

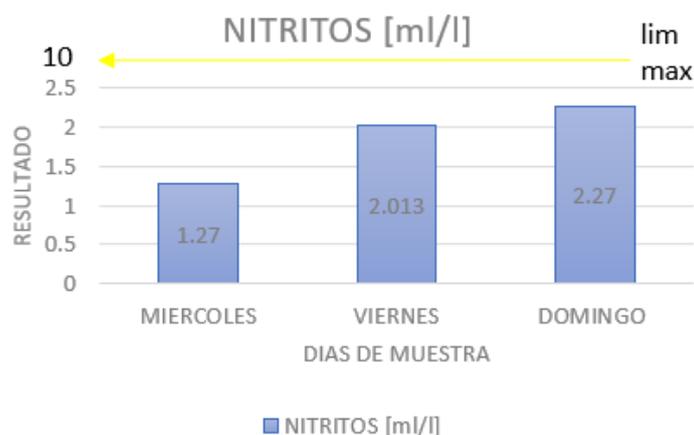


Nitritos

Como se puede ver en la Figura 20 los resultados para nitritos son, el día miércoles 1.27 [ml/l], viernes 2.012 [ml/l] y el día domingo 2.27 [ml/l]. El límite máximo permisible para este parámetro es 10 [ml/l].

Figura 20

Resultados obtenidos para nitritos.

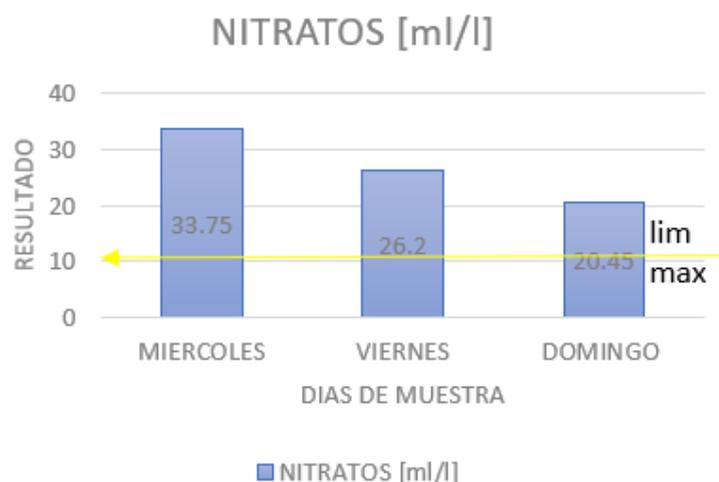


Nitratos

Los datos obtenidos para nitratos son miércoles 33.75 [ml/l], viernes 26.2 [ml/l] y el día domingo 20.45 [ml/l] cómo se muestran en la Figura 21. Al no cumplir con el límite máximo permisible 10 [ml/l], se ve afectado el entorno y la biodiversidad de los ecosistemas.

Figura 21

Resultados obtenidos para nitratos



En la Tabla 11 se puede visualizar la recopilación de datos. De lo que se refiere a pH, sulfatos, sólidos totales, hierro total, nitritos, demanda química de oxígeno y demanda bioquímica de oxígeno, no se presenta mayor afectación ya que no superan los límites máximos permisibles. Los parámetros que no cumplen con los límites de la normativa vigente del Acuerdo Ministerial N°97-A son: sólidos sedimentables, coliformes fecales, nitratos, aceites y grasas, afectando de esta manera al entorno del medio ambiente. Se puede evidenciar que, debido a la falta de mantenimiento, la planta de tratamiento de Aláquez no está en funcionamiento, por lo que el agua presenta varios parámetros que incumplen con la ley vigente, contribuyendo de esta manera a la contaminación ambiental. Es de gran preocupación para la población y los entes de control medioambiental, la situación actual en que se encuentra la planta, con la descarga de estas aguas se ve afectado directamente el río Cutuchi, ya que se está alterando la calidad de este recurso, así como también el ecosistema y la posible pérdida de biodiversidad.

Tabla 11*Tabulación de resultados*

PARÁMETRO	UNIDAD	DIA DE MUESTREO			LÍMITE PERMISIBLE	CUMPLIMIENTO
		MIÉRCOLES	VIERNES	DOMINGO		
pH a 19.1°C	-	7.86	7.73	7.52	5-9	CUMPLE
TURBIDEZ	FAU	8	10	29	-	-
SÓLIDOS TOTALES	ml/l	412	476	574	1,600	CUMPLE
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	ml/l	0.1	0.3	1.5	1	NO CUMPLE
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	ml/l	30	70	90	100	CUMPLE
SULFATOS	mg/l	29.857	34.052	35.773	1,000	CUMPLE
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	280	2,100	3,500	<3,000	NO CUMPLE
HIERRO TOTAL	mg/l	0.402	0.402	1.427	10	CUMPLE
FOSFATOS INORGÁNICOS	ml/l	4	4.5	6.1	10	CUMPLE
NITRATOS	ml/l	33.75	26.2	20.45	10	NO CUMPLE
NITRITOS	ml/l	1.27	2.013	2.27	10	CUMPLE
ACEITES Y GRASAS	ml/l	6	6	6	0.3	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mlO ₂ /l	10	13.46	14.15	100	CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mlO ₂ /l	27	42	80	250	CUMPLE

Diseño de propuesta de repotenciación

Como consecuencia de las actividades humanas, como es el caso de la parroquia Aláquez dedicada a la agricultura, ganadería y diferentes industrias, así como también diferentes actividades de la vida cotidiana se produce una gran cantidad de aguas residuales o llamadas también aguas negras, es indispensable que se lleve a cabo diferentes procesos para la eliminación de los contaminantes presentes en dichas aguas antes de ser enviadas a un cuerpo de agua receptor.

Tren de tratamiento de agua residual municipal

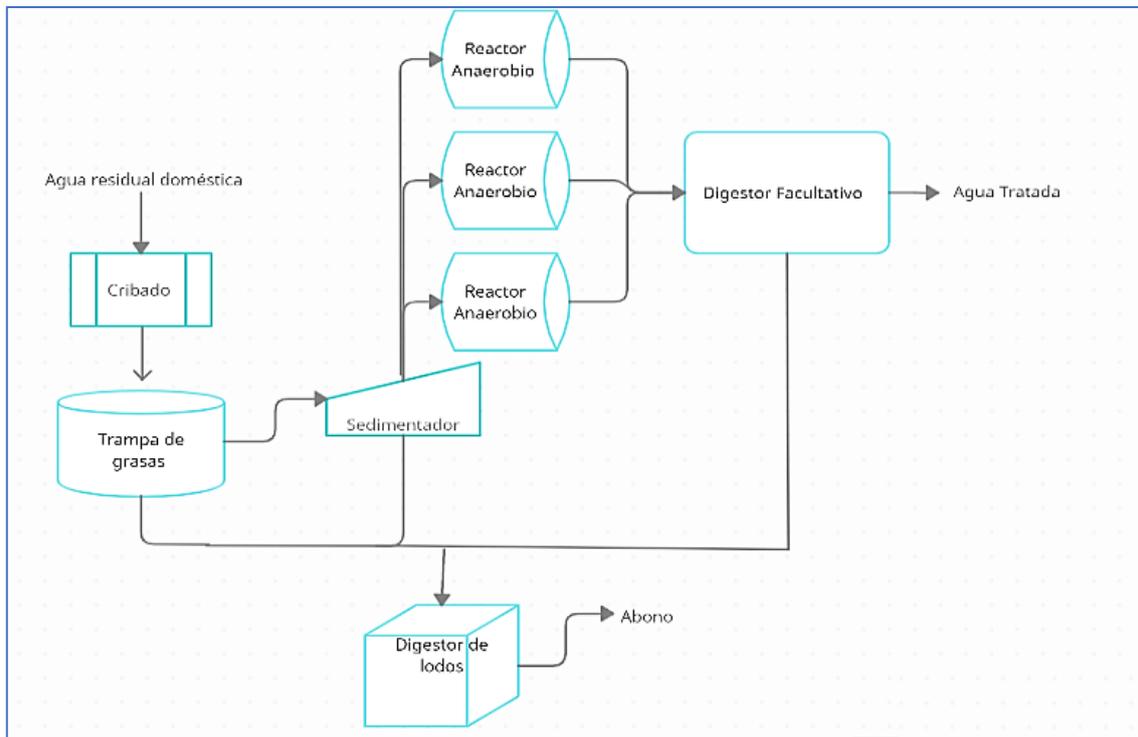
Cada planta de tratamiento es única y es diseñada con la finalidad de remover contaminantes específicos dependiendo la caracterización del agua en estudio. De acuerdo a los análisis realizados en este proyecto el tratamiento del agua residual doméstica como se ve en la Figura 22, incluye inicialmente el proceso de cribado para remover los sólidos de gran tamaño mediante un filtro, siendo este el proceso preliminar con el fin de evitar problemas en las etapas posteriores, seguido de una trampa de grasas para evitar así la obstrucción de tuberías.

Para la eliminación de partículas que son arrastradas por la corriente y se mantienen en suspensión es indispensable el uso de un sedimentador, estas partículas podrán ser eliminadas gracias a la reducción de velocidad del flujo y con un determinado tiempo de retención se logra que los contaminantes suspendidos se depositen en el fondo.

Las bombas sumergibles impulsan el agua hacia los reactores anaerobios, mediante microorganismos descomponen la materia orgánica en ausencia de oxígeno dando como resultado metano y CO₂, aquí se generan procesos de hidrólisis, acidificación y metanogénesis y se elimina la materia fecal. El agua pasa al digestor facultativo en donde se realiza la degradación de contaminantes mediante las plantas aprovechando su capacidad para absorber y metabolizar ciertos elementos no deseados en el agua antes de ser descargada al río Cutuchi.

Figura 22

Tren de tratamiento para el diseño de la propuesta de repotenciación.



Capítulo V

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Se analizó la situación actual y se propuso una repotenciación de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez de la ciudad de Latacunga, con el principal objetivo de eliminar los parámetros que no están cumpliendo con la normativa vigente.

Se describió las condiciones actuales de la planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia Aláquez, siendo la principal causa del deterioro de las instalaciones la falta de mantenimiento.

Se realizó una breve reseña de la normativa legal vigente basada principalmente en la Ley orgánica de recursos hídricos usos y aprovechamiento del agua y el Texto unificado de legislación secundaria.

Se caracterizó el agua a la entrada y salida de la planta de tratamiento, en donde se verificó que los parámetros como sólidos sedimentables, coliformes fecales, nitratos, aceites y grasas no cumplen con los límites máximos permisibles establecidos en la normativa legal vigente.

No se evaluó el rendimiento de los procesos debido a la falta de mantenimiento, la planta de tratamiento de la parroquia Aláquez está fuera de funcionamiento.

Se diseñó una propuesta de repotenciación para la planta de tratamiento, consiste en la implementación de una trampa de grasas y un digestor de lodos para mejorar la eficiencia de los procesos.

Recomendaciones

Se recomienda realizar el mantenimiento periódico del tanque sedimentador para evitar la acumulación de lodo.

Se requiere hacer el mantenimiento o cambio de las bombas sumergibles con el fin de que continúen con el funcionamiento regular y se pueda trasladar el líquido cloacal hacia los reactores.

Se recomienda hacer el cambio de la estructura metálica que se encuentra en estado de oxidación para evitar accidentes con los trabajadores del GAD Municipal.

Bibliografía

Acuerdo ministerial N° 097-A. (Miércoles de Noviembre de 2015). *Registro oficial*. Obtenido de

Registro oficial: [https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-](https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf)

09/Documento_Registro-Oficial-No-387-04-noviembre-2015_0.pdf

Díaz Cuenca, E., Alvarado Granados, A. R., & Camacho Calzada, K. E. (2012). El tratamiento de agua residual doméstica para el desarrollo local sostenible: el caso. *Quivera*. Obtenido de

<https://cidta.usal.es/cursos/etap/modulos/libros/Caracteristicas.PDF>

Escobar , G. Y., & Ortiz, M. (2018). *DIAGNÓSTICO DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO POR LODOS ACTIVADOS DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN EL HOSPITAL NACIONAL ROSALES, MUNICIPIO DE SAN SALVADOR, DEPARTAMENTO DE SAN SALVADOR, EN EL PERIODO DE OCTUBRE DE 2017 A MARZO DE 2018*. San Salvador: UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR.

Farias Bettys. (12 de julio de 2020). *Conocimientos básicos sobre Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (Módulo I)*. Obtenido de [https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-](https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i)

[marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i](https://www.iagua.es/blogs/bettys-farias-marquez/conocimientos-basicos-plantas-tratamiento-aguas-residuales-ptar-modulo-i)

Garzón Davinia & Espino Rocio. (2017). *Características Físicas - Químicas del Agua Residual*.

Obtenido de

<https://www.google.com/search?q=componentes+fisicos+de+las+aguas+residuales&oq=componentes+fisicos+de+las+aguas+residuales&aqs=chrome.0.0j69i57.12137j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8#>

Ing. Llive P. (marzo de 2020). *Aguas servidas, un riesgo para los ríos del país*. Obtenido de

<https://www.elcomercio.com/tendencias/aguas-servidas-riesgo-rios-ecuador.html>.

Miño A. (2014). *Gestión de aguas residuales en ecuador - SENAGUA*. Obtenido de

<https://es.slideshare.net/CCIFEC/20-gestin-de-aguas-residuales-en-ecuador-senagua>

Noyola A & Morgan M. (2011). *Selección de Tecnologías para el Tratamiento de aguas residuales municipales*. Mexico: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Orellana, J. A. (2005). *TRATAMIENTO DE LAS AGUAS*.

Pire C. (Diciembre de 2019). *Las aguas residuales: tipos y características*. Obtenido de <https://lacontaminacion.org/aguas-residuales/>

Quimtia. (2017). *Efectos de las aguas residuales en el medio ambiente*. Obtenido de <http://www.quimtiamedioambiente.com/blog/efecto-aguas-residuales-medio-ambiente/>

Rodriguez H. (Junio de 2021). *Las aguas residuales y sus efectos contaminantes*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/hector-rodriguez-pimentel/aguas-residuales-y-efectos-contaminantes>

Rodriguez L. (Junio de 2020). *El proceso de tratamiento de aguas residuales y eliminación de contaminantes emergentes*. Obtenido de <https://www.iagua.es/blogs/lander-rodriguez-jorge/proceso-tratamiento-aguas-residuales-y-eliminacion-contaminantes>

SENASBA. (2015). *Guía para la toma de muestras*. Obtenido de https://www.bivica.org/files/5376_aguas-residuales-muestra.pdf

TULSMA. (2015). *NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA*. Obtenido de <https://www.cip.org.ec/attachments/article/1579/PROPUESTA%20ANEXO%201.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1

Resultados del análisis de la muestra de agua residual tomada el día miércoles



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEOS, ENERGÍA Y CONTAMINACIÓN



INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Informe N°: 21-158.1
Fecha de emisión: 2021-08-11

Cliente*: PARTICULAR
Contacto*: Srta. Carla Abigail Mosquera Jácome
Dirección*: Latacunga
Teléfono*: 0960127856 E-mail*: carlita_92u@hotmail.com
Tipo de muestra*: AGUA RESIDUAL
Descripción de la muestra*: AGUA RESIDUAL PLANTA DE TRATAMIENTO ALAQUEZ
Condiciones de la muestra*: Muestra en envase plástico con tapa rosca, sin refrigeración
Fecha de ingreso de muestra*: 2021-07-15
Código de la muestra*: 21-158.1
Fecha de realización de los ensayos*: 2021-07-20 al 2021-08-11
Lugar donde se realizaron los ensayos*: Instalaciones del Laboratorio – Área de aguas

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO / TÉCNICA	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	**Limite Max. Permissible
pH a 19,1 °C	-	PNE/DPEC/A/SM 4500-H+ B (Electrometría)	7,86	0,07	6-9
TURBIDEZ*	FAU	APHA 2130 B (Espectroscopía UV-VIS)	8	-	N.A.
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 2540 B (Gravimetría)	412	58 mg/l	1600
SÓLIDO SEDIMENTABLES*	mg/l	APHA 2540 F (Volumetría)	<0,1	-	N.A.
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 2540 D (Gravimetría)	<30	8 mg/l	130
COLIFORMES FECALES**	NMP/100ml	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	280,0	-	2000
HIERRO TOTAL	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 3111 B (Espectroscopía con absorción atómica)	0,402	28,46 %	10,0
FOSFATOS INORGÁNICOS*	mg/l	Colorímetro HACH (Espectroscopía UV-VIS)	4,0	-	N.A.
NITRATOS*	mg/l	APHA 4500-NO3- B (Espectroscopía UV-VIS)	33,75	-	N.A.
NITRITOS*	mg/l	APHA 4500-NO2- B (Espectroscopía UV-VIS)	1,270	-	N.A.
SULFATOS	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 4500 E (Espectroscopía UV-VIS)	35,773	10,000 mg/l	1000
ACEITES Y GRASAS	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 5520 B (Gravimetría)	<6,00	1,38 mg/l	30,0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D (Respirometría)	10	1 mg/l	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D (Espectroscopía UV-VIS)	27	17 %	200

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Nota: Los resultados que constan en el presente informe solo están relacionados con la muestra entregada por el cliente al DPEC.

Nota: Los resultados se aplican a la muestra, tal y como se recibió.

Nota.- Los resultados marcados con (**) no forman parte del alcance de acreditación del Laboratorio del DPEC y fueron suministrados por ALS ECUADOR ALSECU S.A., que está acreditado para realizar dichas actividades con la acreditación N° SAE LEP 05-005

**Limite Máximo Permissible de acuerdo a la Tabla 9, Anexo 1, Libro VI del TULSMA.
Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Condiciones Ambientales.- Humedad: 30 a 43 %, Temperatura: 17,3 a 22,3 °C

* Información proporcionada por el cliente, el Laboratorio DPEC no se responsabiliza por esta información

Analistas: ABQ/DRA
Elaborado por: VRT



Revisado por:

Richard Herrera V.
Ing. Richard Herrera V.
RESPONSABLE TÉCNICO



Aprobado por:

Fernanda Toasa L.
Ing. Fernanda Toasa L.
RESPONSABLE DE CALIDAD

ADVERTENCIA: EL USUARIO DEBE EXIGIR EL ORIGINAL DEL INFORME COMPLETO O SOLICITAR UNA COPIA CONTROLADA DEL MISMO.
EL DPEC NO SE RESPONSABILIZA POR LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE INFORME.

Dirección: Enrique Riber s/n y Bolivia
MC2201-A01-9

Teléfono: 2904794 / 2544631 ext. 26
QUITO - ECUADOR

E-mail: fa.secretaria.dpec@uce.edu.ec

Hoja 1 de 1

ANEXO 2

Resultados del análisis de la muestra de agua residual tomada el día viernes.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 DEPARTAMENTO DE PETRÓLEOS, ENERGÍA Y CONTAMINACIÓN



INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Informe N°: 21-160.1
 Fecha de emisión: 2021-08-11

Cliente*: PARTICULAR
Contacto*: Srta. Carla Abigail Mosquera Jácome
Dirección*: Latacunga
Teléfono*: 0960127856 E-mail*: carlita_92u@hotmail.com
Tipo de muestra*: AGUA RESIDUAL
Descripción de la muestra*: AGUA RESIDUAL PLANTA DE TRATAMIENTO ALAQUEZ
Condiciones de la muestra*: Muestra en envase plástico con tapa rosca, sin refrigeración
Fecha de ingreso de muestra*: 2021-07-16
Código de la muestra*: 21-160.1
Fecha de realización de los ensayos*: 2021-07-20 al 2021-08-11
Lugar donde se realizaron los ensayos*: Instalaciones del Laboratorio – Área de aguas

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO / TÉCNICA	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (k=2)	**Límite Max. Permissible
pH a 19,1 °C	-	PNE/DPEC/A/SM 4500-H+ B (Electrometría)	7,73	0,07	6-9
TURBIDEZ*	FAU	APHA 2130 B (Espectroscopía UV-VIS)	10	-	N.A.
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	PNE/DPEC/A/APHA 2540 B (Gravimetría)	476	58 mg/l	1600
SÓLIDO SEDIMENTABLES*	ml/l	APHA 2540 F (Volumetría)	<0,3	-	N.A.
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 2540 D (Gravimetría)	<70	10 mg/l	130
COLIFORMES FECALES**	NMP/100ml	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	2100	-	2000
HIERRO TOTAL	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 3111 B (Espectroscopía de absorción atómica)	0,402	28,46 %	10,0
FOSFATOS INORGÁNICOS*	mg/l	Colorímetro HACH (Espectroscopía UV-VIS)	4,5	-	N.A.
NITRATOS*	mg/l	APHA 4500-NO3- B (Espectroscopía UV-VIS)	26,202	-	N.A.
NITRITOS*	mg/l	APHA 4500-NO2- B (Espectroscopía UV-VIS)	2,013	-	N.A.
SULFATOS	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 4500 E (Espectroscopía UV-VIS)	34,052	6,000 mg/l	1000
ACEITES Y GRASAS	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 5520 B (Gravimetría)	<6,00	1,38 mg/l	30,0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D (Respirometría)	13,46	1 mg/l	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D (Espectroscopía UV-VIS)	42	17 %	200

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Nota: Los resultados que constan en el presente informe solo están relacionados con la muestra entregada por el cliente al DPEC.

Nota: Los resultados marcados con (**) no forman parte del alcance de acreditación del Laboratorio del DPEC y fueron suministrados por ALS ECUADOR ALSECU S.A., que está acreditado para realizar dichas actividades con la acreditación N° SAE LEN 05-005

**Límite Máximo Permissible de acuerdo a la Tabla 9. Anexo 1. Libro VI del TULSMA.
 Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Condiciones Ambientales.- Humedad: 30 a 43 %, Temperatura: 17,3 a 22,3 °C

* Información proporcionada por el cliente, el Laboratorio DPEC no se responsabiliza por esta información

Analistas: ABO/DRA
 Elaborado por: VRT



Revisado por:

Ing. Richard Herrera V.
 RESPONSABLE TÉCNICO



Aprobado por:

Ing. Fernanda Toasa L.
 RESPONSABLE DE CALIDAD

ADVERTENCIA: EL USUARIO DEBE EXIGIR EL ORIGINAL DEL INFORME COMPLETO O SOLICITAR UNA COPIA CONTROLADA DEL MISMO.
 EL DPEC NO SE RESPONSABILIZA POR LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE INFORME

Dirección: Enrique Ritter s/n y Bolívar

Teléfono: 2904794 / 2544631 ext. 26
 QUITO - ECUADOR

E-mail: fiq.secretaria.dpec@uce.edu.ec

MC2201-A01-9

Hoja 1 de 1

ANEXO 3

Resultados del análisis de la muestra de agua residual tomada el día domingo.



UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
DEPARTAMENTO DE PETRÓLEOS, ENERGÍA Y CONTAMINACIÓN



INFORME DE RESULTADOS
AGUAS

Informe N°: 21-162.1
Fecha de emisión: 2021-08-11

Cliente: PARTICULAR
Contacto: Srta. Carla Abigail Mosquera Jácome
Dirección: Latacunga
Teléfono: 0960127856 E-mail: carlita_92u@hotmail.com
Tipo de muestra: AGUA RESIDUAL
Descripción de la muestra: AGUA RESIDUAL PLANTA DE TRATAMIENTO ALAQUEZ
Condiciones de la muestra: Muestra en envase plástico con tapa rosca, sin refrigeración
Fecha de ingreso de muestra: 2021-07-19
Código de la muestra: 21-162.1
Fecha de realización de los ensayos: 2021-07-20 al 2021-08-11
Lugar donde se realizaron los ensayos: Instalaciones del Laboratorio – Área de aguas

DETERMINACIÓN	UNIDAD	MÉTODO / TÉCNICA	RESULTADO	INCERTIDUMBRE (n=2)	**Límite Max. Permissible
pH 18,8 °C	-	PNE/DPEC/A/SM 4900-H+ B (Electrometría)	7,57	0,07	6-9
TURBIDEZ*	FAU	APHA 2130 B (Espectroscopía UV-VIS)	29	-	N.A.
SÓLIDOS TOTALES	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 2540 B (Gravimetría)	574	58 mg/l	1600
SÓLIDO SEDIMENTABLES*	ml/l	APHA 2540 F (Volumetría)	1,5	-	N.A.
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 2540 D (Gravimetría)	90	12 mg/l	130
COLIFORMES FECALES**	NMP/100ml	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	3900,0	-	2000
HIERRO TOTAL	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 3111 B (Espectroscopía de absorción atómica)	1,427	28,46 %	10,0
FOSFATOS INORGÁNICOS*	mg/l	Colorímetro HACH (Espectroscopía UV-VIS)	6,1	-	N.A.
NITRATOS*	mg/l	APHA 4500-NO3- B (Espectroscopía UV-VIS)	20,45	-	N.A.
NITRITOS*	mg/l	APHA 4500-NO2- B (Espectroscopía UV-VIS)	2,275	-	N.A.
SULFATOS	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 4500 E (Espectroscopía UV-VIS)	29,857	4,003 mg/l	1000
ACEITES Y GRASAS	mg/l	PNE/DPEC/A/SM 5520 B (Gravimetría)	<5,00	1,38 mg/l	30,0
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5210 D (Respirometría)	14,15	1 mg/l	100
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mgO ₂ /l	PNE/DPEC/A/SM 5220 D (Espectroscopía UV-VIS)	90	17 %	200

Nota: Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.

Nota: Los resultados que constan en el presente informe solo están relacionados con la muestra entregada por el cliente al DPEC.

Nota: Los resultados se aplican a la muestra, tal y como se recibió

Nota: Los resultados marcados con (**) no forman parte del alcance de acreditación del Laboratorio del DPEC y fueron suministrados por ALS ECUADOR ALSECU S.A., que está acreditado para realizar dichas actividades con la acreditación N° SAE LEN 05-005

**Límite Máximo Permissible de acuerdo a la Tabla 9, Anexo 1, Libro VI del TULSMA.
Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce

Condiciones Ambientales.- Humedad: 30 a 43 %, Temperatura: 17,3 a 22,3 °C

* Información proporcionada por el cliente, el Laboratorio DPEC no se responsabiliza por esta información

Analistas: ABQ/DRA
Elaborado por: VRT

Revisado por:

Aprobado por:



Richard Herrera V.
Ing. Richard Herrera V.
RESPONSABLE TÉCNICO



Fernanda Toasa L.
Ing. Fernanda Toasa L.
RESPONSABLE DE CALIDAD

ADVERTENCIA: EL USUARIO DEBE EXIGIR EL ORIGINAL DEL INFORME COMPLETO O SOLICITAR UNA COPIA CONTROLADA DEL MISMO.
EL DPEC NO SE RESPONSABILIZA POR LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE INFORME

Dirección: Unque Rittor s/n y Bolívar

Teléfono: 2904794 / 2544631 ext. 26
QUITO - ECUADOR

E-mail: fg.secretaria.dpec@ucc.edu.ec

MC2201-A01-9

Hoja 1 de 1