



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN
PERTENECIENTES AL GAD HUAQUILLAS Y PLANTEAMIENTO DE
MEDIDAS CORRECTORAS, PREVENTIVAS O COMPENSATORIAS.

CALERO RIOFRIO SELENA LISSETH
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA
2019



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE
OXIDACIÓN PERTENECIENTES AL GAD HUAQUILLAS Y
PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTORAS,
PREVENTIVAS O COMPENSATORIAS.

CALERO RIOFRIO SELENA LISSETH
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO
LICENCIADO EN GESTIÓN AMBIENTAL

MACHALA
2019



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES

CARRERA DE GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO TITULACIÓN
PROYECTO INTEGRADOR

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN
PERTENECIENTES AL GAD HUAQUILLAS Y PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS
CORRECTORAS, PREVENTIVAS O COMPENSATORIAS.

CALERO RIOFRIO SELENA LISSETH
LICENCIADA EN GESTIÓN AMBIENTAL

VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO
LICENCIADO 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 AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN PERTENECIENTES AL GAD HUAQUILLAS Y PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTORAS, PREVENTIVAS O COMPENSATORIAS., 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

Diagnostico ambiental de las lagunas de oxidación pertenecientes al GAD Huaquillas y planteamiento de medidas correctoras, preventivas o compensatorias

INFORME DE ORIGINALIDAD

2%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

Submitted to Escuela Politecnica Nacional

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, CALERO RIOFRIO SELENA LISSETH y VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS DE OXIDACIÓN PERTENECIENTES AL GAD HUAQUILLAS Y PLANTEAMIENTO DE MEDIDAS CORRECTORAS, PREVENTIVAS O COMPENSATORIAS., 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



Selena
JKS 5313

CALERO RIOFRIO SELENA LISSETH
0706644713



VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO
2100420344

DEDICATORIA

A mis padres Germán Calero y Graciela Riofrío por todo el apoyo que me han brindado, a mi hijo que ha sido una de las principales inspiraciones en mi proceso de formación profesional y en la realización de este trabajo investigativo.

Selena Lisseth Calero Riofrío

Este proyecto de investigación está dedicado a mi madre, por ser la fuente de mi inspiración, a mi hija por ser el motor de mi vida, a mi abuela quien me guio a lo largo de mi vida y finalmente dedico este trabajo a todas las personas que me instruyeron en mi etapa como estudiante, mis profesores de la Universidad Técnica de Machala.

Wilian Mauricio Villalta Ojeda

AGRADECIMIENTO

A Dios por la vida, a la Universidad Técnica de Machala por permitir mi formación profesional, a los docentes de la carrera de Gestión Ambiental por la guía que me han brindado para realizar el trabajo de investigación y a mi familia por el apoyo incondicional durante todo este proceso

Selena Lisseth Calero Riofrío

Agradezco mi familia por el apoyo brindado durante el desarrollo de mi trabajo de titulación, a mis amigos por acompañarme en el proceso, a las autoridades que me facilitaron la información necesaria para desarrollarlo y finalmente agradezco a la Universidad Técnica de Machala por abrirme las puertas y formarme como profesional.

Wilian Mauricio Villalta Ojeda

RESUMEN

La alteración del agua es causada por varios factores, se puede dar de manera natural o por las actividades desarrolladas por los seres humanos. Los procesos como la meteorización llevan consigo minerales que se acumulan en los cuerpos de agua cambiando su estado natural, en el caso de las actividades antropogénicas se pueden clasificar según sus usos, lo que provoca que la polución tenga ciertas características que pueden ser perjudiciales para los ecosistemas, por lo que se debe aplicar tratamientos de depuración antes de descargarlas.

Los tratamientos de depuración desde el punto de vista económico, pueden ser de bajo costo o complejos. También se pueden clasificar de acuerdo a la forma de depuración, pueden ser físicos, químicos, biológicos e incluso combinarse entre ellos, para mayor eficiencia del tratamiento. Dentro de los sistemas de depuración de bajo costo se encuentran los humedales artificiales, los pozos sépticos y las lagunas de estabilización u oxigenación, estas últimas son las más usadas en Latinoamérica precisamente por su bajo costo y eficacia.

Las Lagunas de Oxidación son un sistema de depuración de aguas residuales que permite disminuir sus contaminantes de tal manera que no genere un problema para la salud de las personas ni para el medio ambiente. Las lagunas de oxidación del cantón Huaquillas se encuentran ubicadas en la ciudadela San Rafael e iniciaron su funcionamiento en el año 2011. Dicha Planta de Tratamiento de Aguas Residuales se encuentra estructurada por un desarenador, una estación de bombeo, 2 lagunas Facultativas y una laguna de maduración. Esta planta descarga el efluente en un canal de agua salobre que posteriormente sale a un cuerpo de agua marino que pasa por Puerto Hualtaco, por ello se realizó análisis de agua basándose en la tabla 10 del libro VI, anexo 1 del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente (TULSMA) para determinar la eficiencia del tratamiento que se les da a las aguas residuales del cantón Huaquillas.

La investigación tiene un enfoque mixto con alcance aplicado y descriptivo, pues se realizó análisis de agua y que junto a las visitas de campo permitieron identificar los problemas que presenta el lugar de estudio, Las técnicas de investigación que se utilizaron fueron, principalmente; la observación, pues así se pudo identificar tanto las especies que se encontraban en el lugar de estudio como el proceso depuración. Además, se realizó el muestreo de agua en el punto de descarga para su posterior análisis de laboratorio. Los instrumentos utilizados en la investigación son los siguientes: GPS, Google Earth y Qgis que permitieron realizar el mapa de ubicación de las lagunas de oxidación y del punto de muestreo.

Con los análisis de agua que se realizaron, se obtuvo como resultado que el agua descargada en el cuerpo de agua receptor sobrepasa los límites máximos permisibles de nitrógeno total y

coliformes fecales, por ello se propuso aplicar Microorganismos Eficientes (MME - TRSO) de la empresa ecuatoriana INGSOAGRO & AMBIENTAL, con el objetivo de que disminuyan las cantidades elevadas de estos contaminantes, logrando así que no se siga contaminando el agua marina.

El proyecto desarrollado presenta las acciones necesarias para mitigar la elevación de los parámetros a evaluar, sin embargo, es recomendable que las lagunas cumplan con las auditorías ambientales, que son instrumentos de cumplimiento de estrategias para prevenir alteraciones o impactos ambientales negativos.

Palabras claves: Lagunas de oxidación, TULSMA, análisis de laboratorio, nitrógeno total, coliformes fecales.

ABSTRAC

The water alteration is caused by various factors, it can be by natural cause or by activities devolved by human beings. Processes such as weathering carry with the, minerals that amass was in the bodies of water changing its natural composition, in the case of anthropogenic activities they can be classified by its uses, what makes the pollution have certain characteristics that can be harmful for ecosystems, therefore purification treatments should be applied before the discharge into a natural body of water.

The purification treatments as seen from the economic point of view can be low cost or complex. They can also be classified by the purification form, they can be physical, chemical, biological or even be a combination of two or more of the aforementioned. For more efficiency of the treatment, inside the systems of low cost purification are the artificial wetlands, septic wells and the stabilization gaps, the last ones being the most used in Latin America due to their low cost and efficiency.

The Oxidation Lagoons are a wastewater purification system that allows the reduction of their pollutants in such a way that they do not generate a problems such as health problems for the people or for the environment. The oxidation lagoons of the Huaquillas city are located in the San Rafael citadel and begun operations in 2011. Said Wastewater Treatment Plant is structured by a sand trap, a pumping station, 2 facultative lagoons and a lagoon of maturation. This plant discharges the effluent into a body of seawater that passes through Hualtaco Port, thus water analysis were performed based on table 10 of book VI, annex 1 of the Unified Text of Secondary Environmental Legislation (TULSMA) to determine the efficiency of the treatment given to the wastewater of the Huaquillas city.

The research has a mixed approach with applied and descriptive scope, since the water analysis was carried out and that altogether with the field visits allowed to identify the problems that the investigates site presents. The research technique that was mainly used was the observation that helped not only to identify the species that are in the place of study, but also the purification process. In addition, the water sampling was carried out at the point of discharge for its subsequent laboratory analysis. The instruments used in the investigation are the following: GPS, Google Earth and Qgis that allowed the correct location map of the oxidation lagoons and the sampling point.

With the water analyzes, the obtained results showed that the water discharged into the body of water exceeds the maximum permissible limits of total nitrogen and fecal coliforms, therefore it was proposed to apply Efficient Microorganisms (MME - TRSO) of the Ecuadorian

company INGSOAGRO & ENVIRONMENT that reduce the high amounts of these pollutants, thus ensuring that marine water doesn't continue to receive pollutants.

The developed project presents the necessary actions to mitigate the elevation of the evaluated parameters, nonetheless, it is recommended that the lagoons fulfill the environment audits, which are strategy compliance instruments to help prevent alterations or negative environmental impacts.

Keywords: Oxidation lagoons, TULSMA, laboratory analysis, total nitrogen, fecal coliforms.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	11
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO.....	12
1.1. CONCEPCIONES, NORMAS O ENFOQUES DIAGNÓSTICOS	12
1.1.1. Concepciones	12
1.1.2. Normas	22
1.1.3. Enfoques diagnósticos	23
1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO	27
Elaborado por: Los autores	30
1.3. ANÁLISIS DEL CONTEXTO Y DESARROLLO DE LA MATRIZ DE REQUERIMIENTOS	62
1.3.1. Análisis de contexto	62
1.3.2. Matriz de requerimiento.....	63
1.4. Selección de requerimientos a intervenir: Justificación.....	64
CAPÍTULO II: PROPUESTA INTEGRADORA	66
2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	66
2.2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA	66
2.2.1. Objetivo General.....	66
2.2.2. Objetivos Específicos	67
2.3. COMPONENTES ESTRUCTURALES	67
2.4. FASES DE IMPLEMENTACIÓN.....	76
2.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	77
2.6. RECURSOS LOGÍSTICOS	79
CAPÍTULO III. VALORACIÓN DE LA FACTIBILIDAD	81
3.1. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	81
3.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	81
3.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	82
3.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA	82
4. CONCLUSIONES.....	83
5. RECOMENDACIONES	84

6. BIBLIOGRAFÍA.....	85
7. ANEXOS.....	88

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: <i>Diferencias entre Diex y Dipro</i>	13
Tabla 2: <i>Identificación de especies de flora</i>	31
Tabla 3: <i>Identificación de especies de fauna</i>	38
Tabla 4: <i>Coordenadas de muestreo</i>	45
Tabla 5: <i>Resultados obtenidos de los análisis del Agua Residual</i>	46
Tabla 6: <i>Matriz de evaluación del Índice de Calidad de Agua</i>	61
Tabla 7: <i>Fases de Implementación</i>	76
Tabla 8: <i>Cronograma de actividades</i>	77
Tabla 9: <i>Recurso Logístico</i>	79

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: <i>Mapa del lugar de estudio</i>	30
Ilustración 2: <i>Aceites y grasas</i>	47
Ilustración 3: <i>Arsénico total</i>	48
Ilustración 4: <i>Aluminio</i>	48
Ilustración 5: <i>Cianuro</i>	49
Ilustración 6: <i>Cinc</i>	50
Ilustración 7: <i>Cobre</i>	50
Ilustración 8: <i>Cobalto</i>	51
Ilustración 9: <i>Coliformes Fecales</i>	52
Ilustración 10: <i>Cromo hexavalente</i>	52
Ilustración 11: <i>Fenoles</i>	53
Ilustración 12: <i>DBQ5</i>	54
Ilustración 13: <i>DQO</i>	54
Ilustración 14: <i>Hidrocarburos totales de petróleo</i>	55
Ilustración 15: <i>Mercurio</i>	56
Ilustración 16: <i>Nitrógeno total Kjeldahl</i>	56
Ilustración 17: <i>Potencial de hidrógeno</i>	57
Ilustración 18: <i>Sólidos suspendidos totales</i>	58
Ilustración 19: <i>Sulfuros</i>	58
Ilustración 20: <i>Compuestos organoclorados</i>	59
Ilustración 21: <i>Carbamatos</i>	60
Ilustración 22: <i>Tensoactivos</i>	60
Ilustración 23: <i>Etapas de la PTAR</i>	67
Ilustración 24. <i>Laguna facultativa</i>	70
Ilustración 25. <i>Laguna de maduración</i>	71

INTRODUCCIÓN

El ser humano desde nivel individual hasta su organización en comunidades, poblaciones y naciones siempre a requerido de bienes y servicios ambientales para su desarrollo y subsistencia, aunque esto beneficia al hombre, trae problemas para la naturaleza, en el sistema natural todo es aprovechado mediante el reciclado de nutrientes y materia, en la interacción hombre naturaleza no toda la materia es aprovechada, generando desechos que alteran la composición natural de los ecosistemas, este problema es aun mas latente con el crecimiento poblacional, la densidad poblacional es directamente proporcional al consumo de materia y energía, acrecentando la generación de materia en forma de desechos que la naturaleza no alcanza a asimilar, esto sucede en todo ámbito.

El consumo del recurso agua para desarrollar actividades antropogénicas tan complejas como la industria y cotidianas como la utilidad en el hogar, generan que la composición natural del agua se vea afectada, sin embargo, por medio de normativas se a establecido los usos que se le pueden dar a las aguas cumpliendo ciertos parámetros, ejemplificando un tipo de agua puede estar contaminada para consumo humano, pero puede servir para riego, esto se debe a que los parámetros considerados para consumo humano se basan en una normativa más exigente que la establecida en el uso agrícola o la descarga a cuerpos de agua dulce se basa en ciertos parámetros, como es el caso del presente estudio las descargas a cuerpos de agua se clasifican en dos tipos.

Con la finalidad de no alterar los cuerpos de agua receptores, se ha diseñado varios métodos de depuración, entre ellos se mencionan, los humedales, pozos sépticos y lagunas de estabilización o también llamadas lagunas de oxidación, se denominan así porque debe existir la presencia de oxígeno, ya que este es necesario para la degradación de la materia por medio de la actividad microbiológica.

El presente estudio evalúa la calidad del efluente de las lagunas de oxidación de la ciudad de Huaquillas, con el fin de plantear medidas para prevenir, compensar o remediar, dependiendo del resultado obtenido, por medio de la presentación de la propuesta integradora.

El trabajo se desarrolla en tres capítulos; en el capítulo uno se realizó el diagnóstico del lugar tomando en cuenta los aspectos legales, actividades desarrolladas y el aspecto ambiental, el capítulo dos, cuenta con la propuesta y su desarrollo, finalmente el capítulo tres se enfocó en la viabilidad económica, social y ambiental, que son la base del desarrollo equilibrado entre el hombre y la naturaleza.

CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DEL OBJETO DE ESTUDIO.

1.1. CONCEPCIONES, NORMAS O ENFOQUES DIAGNÓSTICOS

1.1.1. Concepciones

Diagnóstico ambiental

Según Corpasco citado por Mayanquer Nathaly y Romero Jocelyne (2018) es un instrumento que permitirá la identificación de impactos a través de un sistema de evaluación, aplicando metodologías como muestreos y mediciones directas para lograr determinar acciones correctivas con el fin de mitigar los impactos identificados, entendiéndose así, como el conjunto de actividades como la evaluación, análisis, entre otras; que permiten identificar y analizar los efectos que una actividad humana está ocasionando en el medio ambiente, con el fin de proponer medidas que puedan ser adoptadas para prevenir, disminuir, corregir o eliminar los daños ambientales que se hayan registrado.

Fundamentación: la situación ambiental presenta aspectos que la hacen compleja, por lo que se debe tomar en cuenta la metodología adecuada para obtener información de manera precisa de todos los aspectos que corresponden al estudio, ambientales, legales, sociales, económicos y tecnológicos, caso contrario podría generar confusión a la hora de aplicar una adecuada gestión ambiental, para evitar estos problemas se debe tener claro lo que se desea diagnosticar. Cuando un problema supone un obstáculo en el desarrollo del diagnóstico significa que en la fase inicial del proceso no se identificó de forma adecuada el tema sujeto a diagnóstico, en primera instancia se debe tener claro lo que se quiere estudiar y por consiguiente la identificación de los problemas permite elegir variables cualitativas y cuantitativas que son producto de los problemas mismos, lo que facilita alcanzar el objetivo del diagnóstico.

En lo que respecta al diagnóstico ambiental, según Gallo Guillermo y Sejenovich Héctor (2015) existen dos tipos, diagnóstico ambiental expeditivo y en profundidad.

Diagnóstico ambiental expeditivo: es un diagnóstico inicial donde se tiene como objetivo fortalecer los temas ambientales, ejecutando estrategias que permiten el desarrollo del diagnóstico ambiental en profundidad.

Diagnóstico ambiental en profundidad: es un diagnóstico de segundo nivel, donde se elaboran propuestas para mitigar o combatir las problemáticas encontradas en el diagnóstico de primer nivel.

Diferencias entre el diagnóstico expeditivo y de profundidad

Tabla 1: *Diferencias entre Diex y Dipro*

DIEX	DIPRO
Fuentes secundarias	Fuentes primarias, secundarias, informantes calificados.
Se basa en políticas generales.	Elabora políticas.
Cualitativo.	Cuantitativo.
Es trabajo documental.	Es trabajo de campo.

Elaborado por: Los autores

Teniendo en cuenta las diferencias entre diagnósticos, se puede observar que el DIEX contribuye, pero no es suficiente para la obtención de estrategias de gestión ambiental, mientras que el DIPRO otorga las herramientas suficientes para la elaboración de estrategias.

Características.

El diagnóstico ambiental tiene las siguientes características:

- Estudia una problemática sobre el estado real del ambiente.
- Requiere una valoración previa.
- Es de carácter mixto; inductivo, deductivo.
- Establece normas o propuestas para solucionar problemas.

Agua

Sustancia de vital importancia para los organismos bióticos que interactúan en la ecosfera, la encontramos en estado sólido, líquido y como vapor. Debido a su ciclo natural, sufre varias transformaciones que suceden de manera ordenada y repetitiva. (Cardoso, 2015)

Distribución: el recurso agua se distribuye de la siguiente manera: el 97% se encuentra en los océanos como agua salada y el 3% restante es agua dulce, distribuida la mayor cantidad en glaciares y en menor medida en aguas subterráneas, lagos, ríos y en la misma atmósfera. (Duque, 2018) Aunque el porcentaje de agua dulce parece bajo en relación a la totalidad del recurso, esto cubre las actividades humanas.

Usos del agua: Hace referencia a la utilización del agua en distintas actividades humanas, entre los principales usos tenemos:

- **Uso urbano o doméstico:** Agua utilizada en la vida cotidiana para la preparación de alimentos, aseo personal, lavado de ropa y platos, entre otros.

- **Uso agrícola o agropecuario:** El agua que es utilizada en la agricultura y ganadería, para riego de cultivos, limpieza de establos y otros.
- **Uso industrial:** Agua que es utilizada en la fabricación de diferentes productos y que tiene una demanda de agua del 23%.

Esos son los tres usos según HONDUPALMA (2011)

Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales

Según Pallo Leónidas (2015), los sistemas de tratamiento de aguas residuales fueron diseñados para eliminar los microorganismos y sustancias que puedan ocasionar enfermedades y alteración al medio ambiente.

Etapas de tratamiento de aguas residuales

- ***Pretratamiento***

El pretratamiento es la fase inicial de toda PTAR, tiene como objetivo la eliminación de los sólidos gruesos, incluidas arenas, con el fin de precautelar las siguientes fases, pues estas pueden contar con mecanismos que podrían verse obstruidos por esta materia, los elementos del pretratamiento pueden contar con aliviaderos que sirven para regular el caudal en épocas de intensas lluvias donde el sistema tendría riesgo de colapsar, desarenadores que son los que retienen sólidos de diferente clasificación granulométrica y desengrasadores que eliminan aceites y grasas.

- ***Tratamiento Primario***

En este proceso se eliminan los sólidos que no fueron retenidos en el pretratamiento, por lo general suelen ser sólidos extremadamente finos que se encuentran en suspensión, para su eliminación se utiliza el método de decantación.

Decantación primaria: busca eliminar sólidos que por sus características pueden ser decantados con un tiempo de retención de promedio de tres horas para que se dé la eliminación de los sólidos en suspensión.

- ***Tratamiento Secundario***

El tratamiento secundario es de carácter biológico y su función es eliminar la materia orgánica que se encuentra presente en las aguas residuales, en este las bacterias descomponen la materia orgánica dando como resultado reacciones químicas que dan como resultado la descomposición de esta y nuevos microorganismos, aquí también se producen los lodos que se componen de microorganismos vivos y muertos, durante el tratamiento biológico actúan organismos autótrofos y heterótrofos, la eliminación de materia orgánica se puede dar tanto en ausencia como en presencia de oxígeno, es decir, de carácter aerobio o anaerobio, existen

microorganismos que pueden hacer la degradación con o sin oxígeno, a estos se les denomina facultativos.

Depuración aerobia: los microorganismos utilizan el oxígeno presente en el AR para degradar la materia, por lo que es muy importante que el agua esté saturada de oxígeno, este fenómeno da como resultado materia y nuevos microorganismos.

Depuración anaerobia: de igual manera es un proceso biológico, sin embargo, los microorganismos que actúan no necesitan oxígeno para degradar la materia y se obtiene el mismo resultado, materia más nuevos microorganismos, con la diferencia de que la materia producida es mucho menos a la del proceso aerobio.

- ***Tratamiento terciario***

Al igual que los tratamientos anteriores, busca eliminar cualquier contaminante que haya saltado el pretratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario, este tratamiento es más minucioso por lo que tiene un costo extra, motivo por el cual no ha sido empleado con anterioridad, no obstante, la creación de la conciencia ambiental, la implementación de nuevas políticas de conservación hacen necesario su implementación, con el objetivo de eliminar todos los contaminantes y poder dar uso a esta agua mediante el reciclado.

Estas serían las etapas de una PTAR, dependiendo de las necesidades de la población se pueden utilizar otros métodos de depuración, que a diferencia de una planta que cuenta con las tres etapas, se consideran como tratamientos de bajo costo.

Humedales

Extensiones de terreno que se encuentran sumergidas bajo el agua y que utilizan flora acuática para la depuración de aguas, generalmente se utilizan jacintos de agua y otras plantas acuáticas flotantes, estas especies absorben y asimilan los contaminantes presentes en las aguas residuales, de igual manera existe presencia de otros microorganismos que cumplen la función de degradar materia orgánica, acompañada por el proceso de filtración en el suelo.

La fitodepuración es el mecanismo de los humedales, Delgadillo, Camacho, Pérez y Andrade (2010) expresa que la depuración se realiza en base al desarrollo de cultivos de macrófitas enraizadas sobre un superficie de grava impermeabilizada, estas proceden a la depuración por medio de procesos fisicoquímicos y biológicos, los humedales son considerados ecosistemas acuáticos que ofrecen servicios ecosistémicos como la regulación del ciclo del agua, estabilización de los microclimas, retención de sedimentos, la regulación de los ciclos biogeoquímicos y captura de gases de efecto invernadero, según Canchala T. citado por Rivas Hernández Armando (2014).

Los humedales pueden ser de dos tipos, de flujo subsuperficial y de flujo superficial.

Los humedales de flujo subsuperficial son aquellos donde el agua residual no se expone a la atmósfera, puede o no estar impermeabilizado, Diaz Carlos (2014), se consideran subsuperficiales porque el nivel del agua se encuentra bajo la base de grava, según la USEPA citado por Díaz C. (2014) menciona que las principales ventajas de un humedal subsuperficial son la remoción de metales, compuestos orgánicos y sólidos suspendidos pueden ser retenidos en un tiempo considerable, además de no crear condiciones para la aparición de vectores.

A Diferencia de los humedales subsuperficiales, los superficiales en este sistema el agua se encuentra expuesto a la atmósfera, entre sus ventajas se encuentran que proporcionan hábitats y oportunidades para la recreación pública USEPA, citado por Díaz (2014).

Los humedales pueden servir para tratar aguas residuales, urbanas, industriales y superficiales.

Pozos

Astavista citado por Aguirre, Vargas, Zerón, Cruz y Flores (2018) menciona que un tanque séptico es un sistema de tratamiento conocido y utilizado para tratar aguas negras a pequeña escala y su funcionamiento se basa en la sedimentación. La Organización Panamericana de la Salud, citada por Aguirre et al. (2018), afirma que el tanque séptico se utiliza en sectores rurales, urbanizaciones y sectores urbano marginales que no cuentan con alcantarillado, permite estabilizar los contaminantes presentes en las aguas residuales por medio de la sedimentación y descomposición del lodo formado en el fondo del tanque séptico, producto del asentamiento de los sedimentos, es un tanque cerrado herméticamente donde se dan procesos anaerobios, entre las principales desventajas de este método es que los tanques suelen colapsar, el tratamiento muchas veces no es eficaz al cien por ciento y se debe dar tratamiento periódicamente.

Lagunas de Oxidación

Es un sistema de depuración de agua residuales, surgen a finales de los años cuarenta en el estado de Dakota del Norte en Estados Unidos, donde se aprobó el proyecto para la depuración de aguas residuales, posteriormente se aplicó este sistema en varios países, con el progreso en el ámbito científico se fueron implementando criterios en base al diseño y operación de las mismas, el término surge por la producción de oxígeno por parte de las algas mediante el proceso de la fotosíntesis, (Yáñez, s.f)

Actualmente gracias a las investigaciones realizadas, las lagunas de oxidación son el método más importante para tratar aguas residuales, en sus inicios varios proyectos presentaron errores que dejaron importantes memorias para el diseño y construcción, con el seguimiento y mantenimiento se logró obtener resultados eficientes.

La selección del lugar es uno de los procesos que mayor importancia presenta, las lagunas de oxidación se deben ubicar en lugares estratégicos, tomando en cuenta los factores bióticos y abióticos, pues pueden representar futuros problemas para el proyecto, las condiciones ambientales juegan un papel importante en la depuración de aguas residuales, en zonas tropicales el sistema posee mayor efectividad.

Tomando en cuenta lo antes mencionado, se puede inferir que la razón por la que su uso en América Latina es el método más usado para depurar aguas residuales.

El uso de lagunas de oxidación en Latinoamérica se remonta a los años cincuenta que según la bibliografía hace referencia que las primeras son las lagunas de Cañas y las lagunas de Chitre en América Central, específicamente en Costa Rica y Panamá en 1958, Perú experimento con este sistema en 1959, para luego construir el sistema completo en la ciudad de Lima siendo estas las lagunas de San Juan de Miraflores, aproximadamente por el mismo periodo se sumó Brasil y Argentina, para la década del setenta se estimaba que existían en funcionamiento 181 sistemas en aproximadamente veinte países.

En Ecuador no existe registro de la primera construcción, sin embargo, se presume que la ciudad de Cuenca fue la primera en implementar el sistema correctamente.

Calidad Ambiental

Según la Fundación para el desarrollo del Sistema Nacional de Áreas Protegidas, citado por Huamán M. (2016), describe a la calidad ambiental como el conjunto de características ambientales, sociales, culturales y económicas que califican el estado, disponibilidad y acceso a componentes de la naturaleza y la presencia de posibles alteraciones en el ambiente, que estén afectando sus derechos o puedan alterar sus condiciones y los de la población de una determinada zona o región.

Calidad de agua

Se refiere a las características que se presentan en el agua, de tal manera que los parámetros físicos, químicos y biológicos se encuentren en un estado aceptable para darle algún uso. (Chang, sf)

Tomando como referencia lo establecido por Chang, se puede inferir que la calidad de agua dependerá del uso que se le vaya a dar, es decir que, el agua residual que ha pasado por un tratamiento puede servir para uso agrícola si sus parámetros se encuentran dentro de los límites permisibles establecidos en la normativa ambiental ecuatoriana, más no sería apta para consumo humano, uso recreativo o como es el caso del presente estudio ser descargadas a cuerpos de agua marina.

Los parámetros a tomarse en cuenta en la investigación realizada son lo que dicta el acuerdo 097a que es la actualización más reciente del libro 6 anexo 1 en la tabla 10, descargas a cuerpos de agua marina.

Parámetros

Aceites y grasas:

Desde el punto de vista químico son ésteres de glicerol con ácidos grasos, algunos elementos que se componen principalmente de estos son los hidrocarburos, ácidos grasos, ésteres y aceites, según (Vera, s.f) entre sus características más representativas es que son de baja densidad, poca solubilidad en agua, baja o nula biodegradabilidad. Por ello, si no son controladas se acumulan en el agua formando natas en la superficie del líquido.

Los aceites y grasas se pueden difundir rápidamente en el agua debido a tener mayor densidad en relación al agua e inmiscible en ella, llegando a contaminar grandes cantidades de agua, provocando que el oxígeno disuelto disminuye ya que interfieren en el proceso fotosintético.

Arsénico Total:

Según Alonso, Latorre, Castillo y Brandão, citado por Morales Dante (2017), es un metaloide que se encuentra ampliamente distribuido en el ambiente de forma natural llegando a contaminar cuerpos de agua a causa de la meteorización, sin embargo, actividades antropogénicas como la minería o la agricultura también es causa de contaminación por arsénico.

El arsénico según menciona Subhani 2015 citado por Morales et.al. (2017), es un tóxico de carácter cancerígeno que puede provocar problemas en el sistema nervioso, digestivo y enfermedades al hígado y riñones.

Aluminio:

Se encuentra abundantemente en la corteza terrestre y es el elemento no ferroso más utilizado en las actividades económicas a nivel mundial, además es el único metal reciclable. Según Reuss 1986 citado por Rosabel Torrellas (2013). Aunque el aluminio es poco soluble en el agua, la acidificación del suelo aumenta su presencia en sedimentos que van a los cuerpos de agua, disminuyendo la presencia de peces y anfibios por bioacumulación de este elemento.

Cianuro total:

Comprende todas las formas de cianuro que se encuentre en una solución, incluido cianuros estables como cianuros de hierro pero no incluye cianuro en complejos de cobalto y los tiocianatos (SCN⁻).

Cinc:

En el ambiente lo encontramos de forma natural, es un elemento esencial para el ser humano, pero también es utilizado para galvanizar el hierro y el acero. (Rubio C, 2007)

Cobre:

Su presencia en los cuerpos de agua está relacionada con la erosión, corrosión de tuberías, percolación de conservantes de madera y otros. En aguas superficiales se encuentra comúnmente en forma natural, pero en concentraciones menores a 1 mg/L, lo que no representa un peligro la salud, pero si se ingiere agua con elevados niveles de cobre, pueden presentarse enfermedades gastrointestinales a corto plazo y problemas hepáticos o renales a largo plazo. Por otro lado, este elemento afecta indirectamente a los peces al funcionar como alguicida y al disminuir la concentración de OD en cantidades tan pequeñas que no les permite desarrollar. (Barrenechea, s.f)

Cobalto:

Elemento natural, lo encontramos en el agua, suelo, rocas, plantas y animales, también es utilizado para producir aleaciones, entra al ambiente a través de fuentes naturales, por quema de petróleo o carbón o por la elaboración de aleaciones con este elemento. Cuando entra al ambiente no puede ser destruido, solo puede cambiar reaccionando con otras partículas y puede ser tanto beneficioso como perjudicial para la salud humana.

Coliformes Fecales:

Bacterias producidas por el excremento de animales y seres humanos, que resultan ser un buen indicador de la calidad del agua. Según Griffin et.al citado por León (2015), afirma que se reproducen a temperaturas de 41°C pasadas las 24 horas, además pertenecen al grupo de las coliformes total como la Escherichia Coli que pueden crecer adaptándose a temperaturas intestinales. (León, 2015)

Color:

También conocido como color verdadero, resulta de la eliminación de material suspendido, a través de un filtro o por centrifugación.

Cromo hexavalente:

También se lo conoce como cromo 6 y es un compuesto tóxico utilizado en varias actividades antropogénicas como la producción de colorante textil.

Compuestos fenólicos:

Se presenta por la descomposición de materia orgánica, por los ácidos húmicos y fúlvicos, además de los desechos industriales, pesticidas, fungicidas, aguas servidas y otros. Estos

compuestos en altas concentraciones son tóxicos para el ser humano y alteran las propiedades organolépticas del agua.

Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días):

Este parámetro está relacionado con la materia orgánica, específicamente mide la cantidad de oxígeno disuelto que requieren los microorganismos aerobios para degradar la materia orgánica, este proceso es de carácter natural según la Autoridad Nacional del Agua (2018), la materia orgánica es degradada debido a oxígeno presente, una alta carga orgánica brinda las condiciones para el crecimiento de bacterias y hongos, el proceso de oxidación utiliza el oxígeno para oxidar la materia orgánica, si hay excedente de materia, los niveles de oxígeno disponible disminuirán de manera que no abastece a la vida acuática, disminuyendo la presencia de flora y fauna. (Eduardo Raffo, 2014)

Demanda Química de Oxígeno:

Este parámetro mide la cantidad de oxígeno disuelto que necesitan los microorganismos aerobios para descomponer la materia orgánica biodegradable.

Hidrocarburos Totales de Petróleo:

Mezcla de varios compuestos químicos del petróleo y que afectan significativamente a los peces y otras especies acuáticas.

Materia flotante:

Sustancias sólidas que se encuentre sobre un cuerpo de agua y que se queda retenida en una malla con abertura de 2,8 mm a 3,3 mm.

Mercurio total:

No se encuentra de manera abundante en la naturaleza, su presencia se debe a actividades antropogénicas como la minería o por depósitos naturales de este elemento.

Nitrógeno Total Kjeldahl:

Indica toda la concentración de nitrógeno, tanto orgánico como amoniacal, ya que su presencia disminuye el nivel de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua.

Potencial de Hidrógeno:

Mide la acidez o alcalinidad, si el agua tiene un valor < 7 se considera ácida y si es > 7 alcalina.

Sólidos Suspendidos Totales:

Parámetro muy útil para evaluar la calidad del agua, pues dificulta el proceso de fotosíntesis al disminuir el paso de la luz y afecta la temperatura.

Sulfuros:

Su presencia disminuye la cantidad de oxígeno del agua y la mayoría son tóxicos para las personas

Compuestos Organoclorados:

Utilizados como pesticidas que resultan poco solubles en el agua. Su degradación es muy difícil, ocasionando la bioacumulación que a su vez causan efectos toxicológicos. (Sanchez Palencia Yolanda, 2015)

Carbamatos:

Compuestos orgánicos utilizados como insecticidas que resultan tóxicos para el ser humano.

Temperatura:

Consiste en medir el calor o frío del agua, este parámetro físico permite conocer las condiciones del agua, pues influye directamente en el oxígeno disuelto, la demanda biológica de oxígeno y la reproducción de algunas especies.

Tensoactivos:

Ingrediente de los detergentes que rompen la tensión superficial del agua alterando la autodepuración del agua, pues impide la oxidación biológica y química de la materia orgánica biodegradable.

Contaminación del agua

Se conoce como contaminación del agua a toda introducción de materia química, física o biológica alterando su composición, afectando a los organismos que habitan en ella como a los que la consumen. Chang s.f

Impacto Ambiental (IA)

Ferrer Yiezenia (2015), menciona que un impacto ambiental son los efectos positivos o negativos que se presentan en el medio ambiente o en la salud de las personas, tras la ejecución una actividad humana.

Gestión ambiental

Son las diferentes estrategias y actividades que se realizan para organizar las actividades antropogénicas que intervienen en el medio ambiente, con la finalidad de lograr mitigar los problemas ambientales que se presenten.

Medidas preventivas

Según el IH CANTABRIA s.f permiten evitar o minimizar los daños ocasionados por la ejecución de un proyecto, actuando anticipadamente para garantizar el cumplimiento de cada una de sus fases sin poner en riesgo la salud de las personas o el medio ambiente, Sánchez

David (2014) expone que mitigan el impacto anticipadamente y que es basado en experiencias anteriores.

Medidas correctoras

El IH CANTABRIA s.f menciona que tienen como objetivo recuperar de manera parcial o total las condiciones que existían en el medio, antes de la ejecución de un proyecto. Tomando en cuenta actividades que no fueron consideradas anteriormente, Sánchez David (2014) explica que corrige el impacto para disminuir la gravedad de este.

Medidas compensatorias

IH CANTABRIA s.f menciona que son las actividades que se pueden aplicar cuando es inevitable o difícil de corregir un impacto, estas permiten indemnizar el efecto negativo que se ha ocasionado a una especie o hábitat, creando efectos positivos relacionados a los mismos a lo que Sánchez David (2014) la describe como un beneficio ambiental para compensar un impacto negativo de difícil solución.

1.1.2. Normas

- La Constitución de la República del Ecuador, establece lo siguiente: 1) El agua es un derecho fundamental, inalienable y esencial para la vida de las personas; 2) la población tiene derecho a desarrollarse en un ambiente sano y en equilibrio con la naturaleza; 3) Se debe respetar integralmente la existencia de la naturaleza, así como el mantenimiento y regeneración de sus procesos; 4) La naturaleza debe ser restaurada fuera de la indemnización que el estado y personas naturales o jurídicas deben otorgar a quienes dependen de los recursos naturales afectados; 5) Es competencia de los gobiernos municipales, prestar servicios públicos como agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de desechos, entre otros; y 6) Recursos naturales, donde se indica que el Estado debe garantizar la conservación, recuperación y manejo integral del recurso agua, regulando las actividades que puedan alterar su calidad y cantidad. Lo anteriormente mencionado se encuentra estipulado dentro de los artículos 12, 14, 71, 72, 264, 411 de la Constitución de la República del Ecuador.
- Objetivos del Desarrollo del Milenio (ODM), la investigación se la relacionó con el Objetivo 7 que busca garantizar la sostenibilidad del medio ambiente
- Leyes Orgánicas
- COOTAD En su artículo 54 literal k, menciona que el gobierno autónomo descentralizado municipal tiene como función regular, prevenir y controlar la contaminación ambiental dentro de su territorio, de acuerdo con las políticas ambientales

del país; así también en el artículo 55 literal d indica que el mismo tiene la competencia de prestar servicios públicos como alcantarillado, tratamiento de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, agua potable y demás establecidos por la ley.

- COIP En el artículo 251 sobre delitos contra el recurso agua, señala que la persona que contamine o altere los cuerpos de agua y cualquier otro recurso hidrológico, o descargue agua al mar provocando graves daños, será privado de su libertad de tres a 5 años.

- COA En su artículo 5 numeral 4 menciona el derecho a vivir en un ambiente sano donde se lleve a cabo la conservación y recuperación de todo recurso hídrico involucrados con el ciclo hidrológico, como cuencas hidrográficas y caudales ecológicos. Artículo 6, los derechos de la naturaleza serán garantizados incorporando criterios ambientales en vista de los ecosistemas, dentro de la planificación y ordenamiento territorial; artículo 9 numeral 4 hace referencia a los principios ambientales, donde indica que quien contamine tiene la obligación de reparar integralmente e indemnizar a los afectados, mediante medidas compensatorias a poblaciones perjudicadas y pago de sanciones; artículo 27 numeral 10 indica que es competencia de los Gobiernos Autónomos Descentralizados Metropolitanos y Municipales en materia ambiental, controlar que se cumplan los parámetros ambientales y aplicación de normas técnicas para ruido, agua, aire y suelo; artículo 191 menciona que la Autoridad Ambiental Nacional o el Gobierno Autónomo Descentralizado, junto con otras autoridades competentes deben realizar el seguimiento y monitoreo de la calidad del recurso agua, aire y suelo, en concordancia con las normas establecidas; artículo 318 numeral 11 menciona la infracción por incumplimiento de límites permisibles sobre descargas, emisiones y vertidos que es igual a la suspensión temporal de la actividad que realice; y en el artículo 320 numeral 4 se encuentra otras sanciones administrativas como multas económicas, decomiso, destrucción de bienes, finalización de contrato, devolución y desalojo.

1.1.3. Enfoques diagnósticos

La investigación tiene un enfoque mixto, cualitativo debido a que se hizo revisión de literatura y por la observación realizada durante las visitas in situ, y cuantitativo por el muestreo y análisis de agua realizado de acuerdo a lo establecido en la norma INEN 2169 AGUA, CALIDAD, MUESTREO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS, de igual manera se utilizó métodos como las curvas de calidad basadas en lo establecido en la tabla 10 del libro VI anexo I del TULSMA para demostrar los resultados obtenidos mediante los análisis, determinando los parámetros alterados.

En este enfoque mixto, se aplicará el método inductivo para tener una idea más general de los problemas que han estado ocasionando el deficiente tratamiento de las aguas residuales, y deductivo para establecer los parámetros elevados que están afectando la calidad del cuerpo de agua receptor mediante el resultado de los análisis de laboratorio

Los tipos de investigación:

- **Investigación aplicada:** Se caracteriza por la aplicación de conocimientos adquiridos para obtener nuevos conocimientos, mediante la investigación, Vargas Zoila (2009) Consideramos este tipo de investigación debido al muestreo de agua que se realizó para conocer si se están cumpliendo los límites máximos permisibles para descarga de agua a un cuerpo de agua marino.
- **Investigación descriptiva:** Según los autores Naranjo y Quintero (2016) este tipo de investigación caracteriza un hecho, fenómeno u objeto de estudio, dando a conocer sus rasgos más importantes. En esta investigación se describe la información encontrada en el área de estudio, así como los resultados de los análisis de agua
- **Investigación de campo:** Permite la obtención de datos de manera directa por el o los investigadores, visualizando la realidad y evitando modificar variables. (Naranjo y Quintero, 2016). Este tipo de investigación permitió recolectar información in situ para el desarrollo de la investigación.

Técnicas de investigación

- **Observación:** Permite obtener información confiable pues con la aplicación de guías de observación se puede apreciar la realidad de un hecho o problema de estudio. (Naranjo y Quintero, 2016) Aplicando la investigación de campo se hicieron varias visitas al lugar de estudio para observar el estado actual de las lagunas de oxidación, su proceso, identificación de especies, medición de las lagunas, toma de coordenadas y muestreo de agua.
- **Muestreo de agua:** se tomaron 4 litros de muestra en el punto de descarga, es decir, antes que llegue al cuerpo receptor, para poder determinar la calidad del recurso que es vertido al cuerpo de agua receptor, a través del análisis de laboratorio.
- **Análisis de laboratorio:** Se analizaron los parámetros establecidos en la tabla 10 del libro VI, anexo I del TULSMA para conocer si no exceden los límites máximos permisibles y diagnosticar la calidad de recurso que es vertido al cuerpo de agua receptor.

Instrumentos

- GPS: Utilizado en la visita de campo para obtener coordenadas de las lagunas de oxidación y del punto de muestreo.
- Google Earth: con este programa se pudo identificar y visualizar mejor el lugar de estudio.
- QGIS: programa cartográfico con el que se realizó el mapa de ubicación de las lagunas de oxidación para poder tener una visualización más clara del lugar de estudio.

Metodología para determinar el índice de calidad de agua.

Para validar los resultados obtenidos de los análisis en relación a la tabla 10 del libro VI anexo I del TULSMA, se realizó el cálculo del índice de calidad de agua, basado en la metodología para determinar el índice de calidad de agua de los recursos hídricos superficiales en el Perú, adaptada a las necesidades del proyecto de investigación.

Esta metodología establece que el primer paso es definir la zona de estudio, realizando una breve descripción, enfocándose en las actividades productivas, información ambiental, una vez que se identifica el área de estudio se recopila toda la información necesaria de acuerdo al tipo de descarga, lo que lleva tener claros los parámetros a evaluar.

Cálculo del índice de calidad de agua.

El cálculo del índice de calidad de agua, se realiza utilizando una fórmula de origen canadiense, que se basa en tres elementos, alcance, frecuencia y amplitud dando como resultado el valor de 0 a 100 que determinara la calidad de agua que se está descargando.

Necesariamente se debe conceptualizar los componentes de la fórmula para su comprensión.

Alcance: es representado como F1 y son los parámetros que no cumplen con los límites máximos permisibles de la normativa vigente, sobre el total de parámetros a evaluar.

Representación de la fórmula:

$$F1 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen con los LMP}}{\text{Numero total de parametros evaluados}}$$

Frecuencia: se representa con F2, este elemento representa la cantidad de datos que no cumplen con la normativa ambiental vigente en relación al total de datos de los parámetros a evaluar, este se aplica cuando la base de monitoreos es o superior.

Representación de la fórmula:

$$F2 = \frac{\text{Numero de parametros que no cumplen con los LMP de los datos evaluados}}{\text{Numero total de datos evaluados}}$$

los datos evaluados son los resultados obtenidos de los monitoreos, como se había mencionado esta fórmula se aplica a mínimo cuatro monitoreos, cuando se realiza un monitoreo el valor del alcance es el mismo para la frecuencia.

Amplitud: es representada con F3 expresa los valores excedidos, al total de datos obtenidos, es decir que mediante este elemento se puede evidenciar la línea diferencial entre los datos.

$$F3 = \left(\frac{\text{Suma normalizada de excedentes}}{\text{Suma normalizada de excedentes} + 1} \right) * 100$$

La suma normalizada de excedente o nse, se obtiene de la siguiente fórmula:

$$\text{Suma normalizada de excedentes} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedentes}_i}{\text{Total de datos}}$$

El excedente se calcula por cada parámetro y se obtiene de la diferencia del límite permisible y el resultado del análisis de ese parámetro, en este punto se debe mencionar que se aplican dos formas dependiendo el caso que se dé, es así que si el valor sobrepasa los límites permisibles se aplica esta fórmula:

$$\text{Excedente}_i = \left(\frac{\text{Valor del parametro que no cumple con la normativa}}{\text{Valor del parametro establecido en la normativa}} \right)$$

Si el valor no alcanza los límites permisibles se utilizará la siguiente fórmula:

$$\text{Excedente}_i = \left(\frac{\text{Valor del parametro establecido en la normativa}}{\text{Valor del parametro que no cumple con la normativa}} \right)$$

Para facilitar su comprensión se puede ejemplificar el caso del pH que generalmente sus límites oscilan entre los 6,5 y 7,5, en el caso de que los valores arrojados en los análisis sean superiores se utilizará la fórmula uno y si por el contrario los resultados no alcancen los límites permisibles se utilizará la fórmula dos.

Cuando ya se hayan obtenido los valores de F1, F2 y F3, se puede proceder al cálculo del índice de calidad de agua, este está valorado de 0 a 100 siendo cero el valor más bajo y cien el valor de mayor calidad, la operación matemática a desarrollar es una raíz cuadrática.

$$CCME_{WQI} = 100 - \sqrt{\left(\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}\right)}$$

Se recomienda realizar el cálculo del índice de calidad de agua de manera digital mediante el uso de la herramienta Excel, ingresando los datos, el resultado se representa en una tabla clasificada numéricamente de cero a cien, seccionada en cinco partes, con un color representativo por cada segmento, los valores de entre 0-44 representan mala calidad de agua, por lo tanto se debe aplicar tratamiento para cualquier uso que se le vaya a dar, 45-64 regular y se debe aplicar tratamiento para algunos usos o descarga, 65-79 favorable el agua se ve amenazada por contaminantes y se le debe dar tratamiento para su uso o descarga, 80-94 buena, esta agua se encuentra en un nivel de contaminación muy bajo, pero puede estar amenazada y finalmente de 95-100, buena excelente calidad, el recurso se encuentra en su estado apto para ser descargado.

1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE DIAGNÓSTICO

Aspectos Políticos.

El cantón Huaquillas se encuentra ubicado al Sur del Ecuador, dentro de la región Costa y forma parte de la provincia de El Oro. Se creó el 6 de octubre de 1980, tiene una extensión de 112,60 km² y cuenta con aproximadamente 52.167 habitantes, según el Plan de desarrollo y ordenamiento territorial (2015). Limita al Norte con el Océano Pacífico, al Sur y al Oeste con el vecino país de Perú, y al Este con el cantón Arenillas. Su principal actividad económica es el comercio.

Dicho cantón se divide en 5 parroquias urbanas que son: Miraflores, El Paraíso, Hualtaco, Milton Reyes y la más poblada Unión Lojana.

Aspectos ambientales.

Flora.

Como especies predominantes se pueden encontrar el algarrobo, guayacán, muyuyo, ceibos y cactus que corresponden al bosque seco del Cantón, además, existen algunas especies cultivables como el maíz, banano, mango, entre otras.

Fauna.

En cuanto a aves terrestres se evidencia como especies predominantes la paloma, gavián, tilingo, picaflor y el gallinazo, como aves acuáticas están las garzas, patillos, pato cuervo y gaviotas. Dentro de los reptiles existen distintas serpientes como la matacaballo y el coral,

además de lagartijas e iguanas, como anfibios se encuentra la rana y como quirópteros el murciélago.

Dentro de los peces predominantes se encuentran el bagre, tumbadero, guachinche, la lisa y la tilapia, además, se extrae de manera artesanal camarón, conchas y cangrejos en los manglares de Puerto Hualtaco que luego son comercializados.

Temperatura.

Su temperatura media anual es de 25.1 °C y la máxima corresponde a 37,5 °C.

Pluviosidad.

Huaquillas presenta una precipitación anual media que varía de 125 a 250 mm.

Ecosistema.

Según el libro de ecosistemas del Ecuador (Ministerio del Ambiente, 2013) Huaquillas posee tres tipos de ecosistemas que se identifican como; ecosistema Bosque bajo y Arbustal deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, Bosque deciduo de tierras bajas del Jama-Zapotillo, Manglar del Jama-Zapotillo. La principal amenaza de este ecosistema es la tala de vegetación para el cambio de uso de suelo, en el caso de Huaquillas para la actividad camaronera afectando al ecosistema Manglar y habitacional, que a su vez afecta al bosque arbustal y bosque deciduo.

Servicios básicos

Agua potable

El 95% de la zona urbana del Cantón tiene acceso a este servicio, a través de dos sistemas de abastecimiento, pozos profundos y la planta de agua potable de Arenillas-Huaquillas, para la distribución del agua pozos se cuenta con estaciones de bombeo que proporciona gas cloro.

Alcantarillado

Cubre el 60% de la población, el porcentaje restante vierte sus aguas servidas en letrinas, pozos sépticos y canales. Las aguas recolectadas mediante este sistema, reciben un tratamiento en lagunas de oxidación, con una efectividad del 90%.

Las lagunas de oxidación se encuentran ubicadas en la parroquia Hualtaco, el terreno destinado cuenta con un área de 200.500 m² de los cuales 84.000 metros cuadrados ocupan las lagunas, distribuidos así, 60 mil las facultativas y 20 mil la de maduración, tanto al norte al sur y al este se desarrolla actividad camaronera, al oeste se encuentran residencias, encontrándose la residencia más cercana a una distancia de 150 metros.

Las lagunas entraron en operación en el año 2011 con un promedio de vida de veinte años, la PTAR fue diseñada para recibir un caudal de 6 mil metros cúbicos por día aunque actualmente está recibiendo un promedio de 4.500 metros cúbicos al día y cuenta con tres etapas antes de ser descargadas al canal sin nombre que desemboca en el mar, en la primera etapa se encuentra

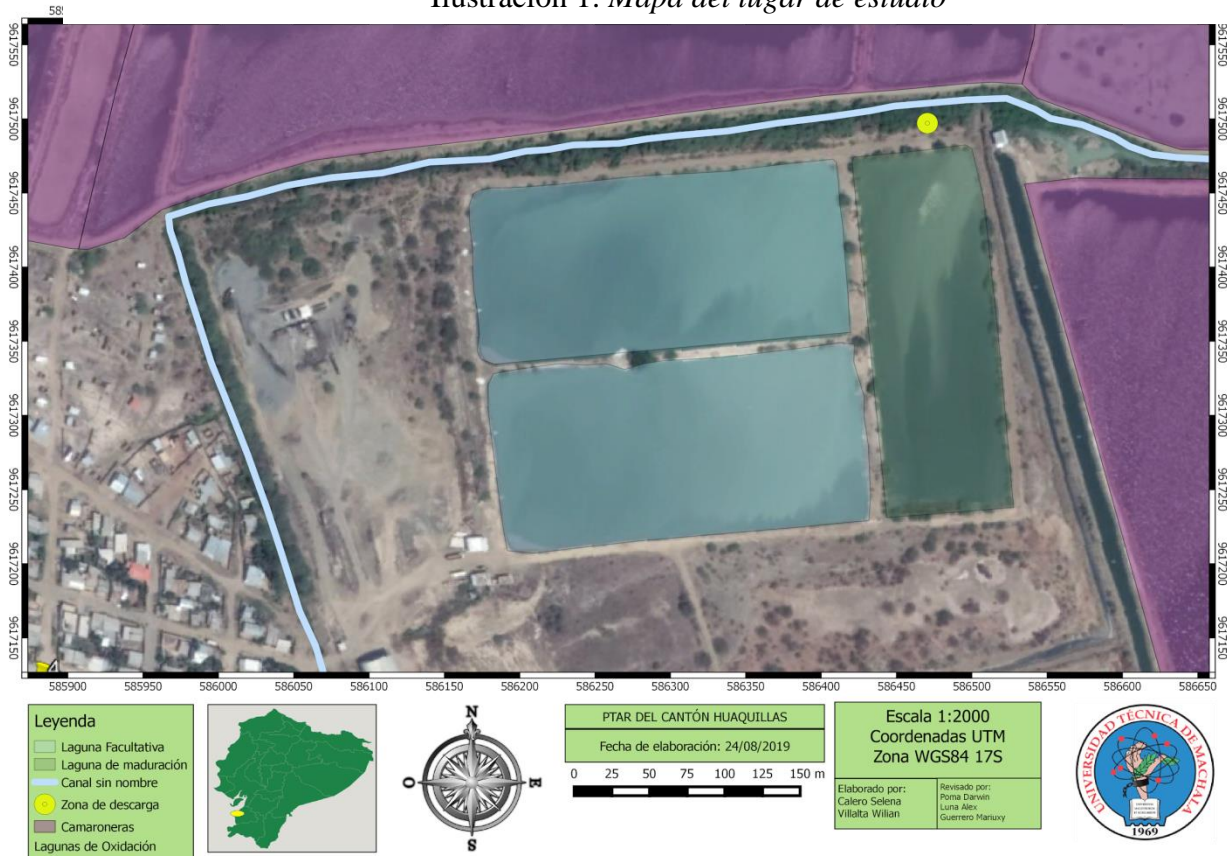
el desarenador; el proceso de desarenado tiene como objetivo separar partículas gruesas del agua, incluidos grava o desechos como botellas o cualquier cuerpo que haya ingresado con el flujo de agua, esto con el fin de precautelar la maquinaria de bombeo de la PTAR y evitar que esta materia llegue a las lagunas, una vez que las aguas son bombeadas se dirigen por unas tuberías que llegan hasta una cámara donde se estabiliza la fuerza de ingreso con un muro que disminuye la fuerza del agua, posterior a esto para al canal de distribución similar a un canal Parshall, sin embargo, no cumple la función de medir caudal, el canal distribuye el agua a las dos lagunas facultativas, en estas laguna se da la oxidación de la materia orgánica, estas cuentan con microorganismos aerobios como anaerobios, en la parte superficial se dan los procesos aerobios y en la parte baja los procesos anaerobios, en estas lagunas es esencial la presencia de algas pues serán quienes sirvan de suministro de oxígeno, la otra fuente de oxigenación es la parte superficial, entendiéndose entonces que existen dos fuentes, una a través de la fotosíntesis de las algas y otra por medio de la aeración superficial.

Las AR antes de ser descargadas pasan a la laguna de maduración, esta laguna es de carácter aerobia, su función es eliminar bacterias patógenas y por lo general, son un apoyo al tratamiento de las aguas residuales, otras funciones a más de servir como etapa desinfectante, tiende a eliminar ciertos nutrientes, los procesos de nitrificación y oxigenación de la descarga, finalmente el efluente es descargado en el canal sin nombre que desemboca en el mar.

Como infraestructura dentro del campamento se pueden distinguir las siguientes:

- Área de generador.
- Estación de bombeo
- Domicilio de personal
- Caseta de vigilancia
- Área de mecánica.
- otras áreas ajenas al proceso son la planta asfaltadora y tanque de asfalto.



Ilustración 1: *Mapa del lugar de estudio*



Elaborado por: Los autores

Entre las especies que se encontró en la PTAR, están las siguientes:

Tabla 2: *Identificación de especies de flora*

FLORA	
ESPECIE	INFORMACIÓN
	<p>Nombre común: estropajo, esponjilla</p> <p>Nombre científico: <i>luffa operculata</i></p> <p>Familia: Curcubitaceae</p> <p>Descripción: herbácea trepadora con muchas ramificaciones, puede llegar a medir hasta 5 metros de longitud. Sus hojas son simples y miden de 10 a 12 cm de largo, las flores son tubulares de color amarillo y el fruto es cilíndrico color verde en un inicio y color café cuando está maduro, presenta superficie verrugosa con pinchos, su interior es fibroso, sus semillas son pequeñas, planas y color marrón. (Segundo Leiva, 2018)</p>
	<p>Nombre común: lippia</p> <p>Nombre científico: <i>Phyla nodiflora</i></p> <p>Familia: Verbenaceae</p> <p>Descripción: Hierba con hojas opuestas con forma de lanza y margen aserrado, su inflorescencia presenta un centro púrpura rodeado por pequeñas flores color blanco rosáceo.</p>



Nombre común: verdolaga de playa

Nombre científico: *Sesuvium portulacastrum*

Familia: Aizoaceae

Descripción: hierba, hojas opuestas, lanceoladas, lisas y suculentas de 1,5 cm de ancho y hasta 6 cm de largo, sus flores son color rosado-morado con numerosos estambres, el fruto es una cápsula pequeña color verde o lila, las semillas son negras y lisas. (Mari, 2016)



Nombre común: Cola de mico

Nombre científico: *Heliotropium curassavicum L.*

Familia: Boraginaceae

Descripción: planta suculenta que alcanza hasta 50 cm de altura, las hojas son alternas y oblongas, su inflorescencia tiene forma de cima escorpioidea, las flores son muy pequeñas y de color blanco. (Segundo Leiva, 2018)



Nombre común: Escobilla morada

Nombre científico: *Melochia pyramidata*

Familia: Malvaceae

Descripción: hierba perenne que presenta pequeños pelos en el tallo, sus hojas son alternas, lanceoladas con márgenes aserrados y pubescente, sus flores pequeñas y pediceladas suelen ser de color rosado, lila o púrpura, su fruto amarillento es una pequeña cápsula piramidal con 5 carpelos y las semillas son ovoides. (Johnatan Ruíz, 2018)



Nombre común: Monte Salado

Nombre científico: *Cryptocarpus pyriformis*

Familia: Nyctaginaceae

Descripción: arbusto con hojas ovadas y espatuladas, presenta inflorescencia, sus flores son muy pequeñas y color blanco. (Hamilton Beltrán, 2017)



Nombre común: muyuyo

Nombre científico: *Cordia lutea*

Familia: Boraginaceae

Descripción: árbol que puede alcanzar hasta 8 m de altura, de tallo largo, delgado y recto, sus hojas son alternas, ovaladas y con márgenes dentados, las flores son amarillas y acampanadas, su fruto blanco es pequeño y posee una semilla color café. (Edmundo Vanegas, 2019)



Nombre común: verdolaga

Nombre científico: *Portulaca oleracea*

Familia: Portulacaceae

Descripción: hierba rastrera muy ramificada, su tallo suele ser rojizo, presenta hojas alternas, espatuladas, suculentas y pequeñas, las flores son sésiles con pétalos amarillos, su fruto tiene forma de cápsula y es circuncísil casi a la mitad, las semillas son circulares de color negro o café. (Roxana Murillo, 2014)



Nombre común: melón amargo

Nombre científico: *Momordica charantia*

Familia: Cucurbitaceae

Descripción: herbácea trepadora de tallo largo cubierto de pequeños pelillos, sus hojas son alternas con 5 o 7 lóbulos y su margen suele ser aserrado, sus flores son color amarillo, su fruto es un ovoide con una cubierta verrugosa color amarillo o anaranjado, sus semillas son planas, ovaladas y rojas. (Suslebys Salomón, 2011)



Nombre común: Pasto angletón

Nombre científico: *Dichanthium annulatum*

Familia: Poaceae

Descripción: Planta herbácea de 1 m de altura, las hojas son alternas y largas, a veces presentan pelos, la inflorescencia es formada por espigas con varias espiguillas cubiertas de pelos. (Rosero, 2018)



Nombre común: soguilla pequeña

Nombre científico: *Evolvulus convolvuloides*

Familia: Convolvulaceae

Descripción: Hierba rastrera , sus hojas son pequeñas con bordes lisos y las flores suelen ser blancas, azules o color lila



Nombre común: totora

Nombre científico: *Typha domingensis*.

Familia: Typhaceae

Descripción: herbácea acuática de hasta 2,5 m de altura, sus hojas son largas igualando o sobrepasando la altura de las espigas, sus flores son espigas color café claro y su fruto es fusiforme. (Jonathan Urrutia, 2017)



Nombre común: Zapotillo

Nombre científico: *Capparicordis crotonoides*

Familia: Capparaceae

Descripción: arbusto que alcanza hasta 3 m de altura, hojas alternas y simples, sus flores son hermafroditas color amarillo y el fruto es una baya globosa. (Aguirre, 2012)



Nombre común: Maracuyá silvestre

Nombre científico: *Passiflora foetida*

Familia: Passifloraceae

Descripción: trepadora con muchas ramificaciones cubiertas de pelos, las hojas son tripartidas con base cordada y márgenes dentados, las flores son blancas y presenta corona con filamentos, su fruto es globoso de color amarillo anaranjado y presenta varias semillas negras. (Danielo Frenánides, 2019)



Nombre común: Borrachera

Nombre científico: *Ipomoea carnea Jacq.*

Familia: Convolvulaceae

Descripción: arbusto de hasta 2 m de alto y muy ramificado, hojas ovadas a lanceoladas y un poco puberulentas, las flores tienen forma de embudo y son color rosado o rosado púrpura. El fruto es un ovoide pequeño y sus semillas son elípticas color café. (Mila Arango Roberta, 2014)



Nombre común: dormilona

Nombre científico: *Mimosa pudica*

Familia: Fabaceae

Descripción: Plantas rastrera, su característica particular es la reacción que presenta ante el tacto, sus hojas son compuestas y bipinnadas, flores color rosáceo en forma de cabezuela y su fruto es una legumbre. (Iberto Cutié, 2015)



Nombre común: Faique

Nombre científico: *Acacia macracantha*

Familia: Mimosaceae

Descripción: Árbol que alcanza hasta 10 m de altura, presenta espinas largas en las ramas, sus hojas son compuestas, alternas y bipinnadas, las flores tienen forma de cabezuelas color amarillo, su fruto es una vaina aplanada, curva y color café, las semillas son color café oscuro. (Aguirre, 2012)



Nombre común: sierrilla

Nombre científico: *Piptadenia flava*

Familia: Mimosaceae

Descripción: arbusto de 3 a 5 m de altura, fustes delgados con espinas, presenta hojas compuestas y bipinnadas, las flores son pequeñas y amarillas, su fruto es una legumbre oblonga. (Salinas, 2019)



Nombre común: Algarrobo

Nombre científico: *Prosopis juliflora*

Familia: Mimosaceae

Descripción: árbol espinoso de hasta 15 m de altura, hojas compuestas y bipinnadas, sus flores se presentan en forma de racimos espigados, el fruto es una vaina linear amarilla en su madurez, sus semillas son aplanadas y de color café. (Miranda, 2018)



Nombre común: Palo verde o espino de Jerusalén

Nombre científico: *Parkinsonia aculeata*



Familia: Fabaceae

Descripción: árbol espinoso que alcanza una altura hasta de 7 m, presenta tronco torcido y ramificado, su follaje es colgante y ralo. La corteza es lisa y color verde amarillento, las ramas son delgadas, en forma de zig zag, verdes y con espinas pequeñas, las hojas son alternas y bipinnadas de hasta 40 cm de largo con 10 o 25 pares de folíolos, las flores son amarillas, compuestas por 5 pétalos redondeados con puntos

rojos en la base y 10 estambres, su fruto es una legumbre linear con estrangulaciones marcadas. (UICN, s.f)

Elaborador por: Los autores

Tabla 3: Identificación de especies de fauna

FAUNA	
ESPECIE	INFORMACIÓN
	<p>Nombre común: Mochuelo del Pacífico</p> <p>Nombre científico: <i>Glaucidium peruanum</i></p> <p>Familia: Strigidae</p> <p>Descripción: Búho pequeño que hace su nido en huecos de árboles, su coloración dorsal es café claro, la cola es marrón blanquecino y presenta lunares blancos en alas y escápula. (PUCE, 2019)</p>
	<p>Nombre común: Chilalo, hornero</p> <p>Nombre científico: <i>Furnarius leucopus</i></p> <p>Familia: Furnariidae</p> <p>Descripción: Muy conocido por sus nidos de barro. Mide aproximadamente 18 cm, sus patas son rosado pálido, la mandíbula superior tienen punta oscura y la inferior es más pálida, el superciliar y garganta son color blanquecinas, en la parte superior su plumaje es color marrón anaranjado mientras que el plumaje inferior es pálido, la corona es marrón y la cola es corta. (Ponce, 2016)</p>



Nombre común: Tortolita ecuatoriana

Nombre científico: *Columbina buckleyi*

Familia: Columbidae

Descripción: es pequeña, mide 18 cm. Su pico es negro, el macho presenta plumaje color rosado grisáceo en rostro y pecho, la coronilla es gris azulado, las alas son grises con puntos negros pero las plumas externas son color negro, la cola es color gris con negro y puntas blancas. El Plumaje de la hembra es color pardo con menos toco rosado. (ICESI, 2017)



Nombre común: Cuculí

Nombre científico: *Zenaida auriculata*

Familia: Columbidae

Descripción: mide 28 cm de largo, presenta plumaje color gris, patas rojizas y pico color oscuro, debajo de los oídos tiene una mancha negra. (ICESI, 2017)



Nombre común: Rayadito

Nombre científico: *Aphrastura spinicauda*

Familia: Furnariidae

Descripción: tienen de 12 a 15 cm de largo, su pico es fino y corto, la cabeza es color negro con una línea larga color amarillo anaranjado que va desde el pico hasta la nuca, el dorso es color café con manchas amarillo verdoso y el lomo es amarillento, la garganta tiene plumaje blanco, y blanquecino el pecho y abdomen. Las alas son negras con bordes color café amarillento, la cola es larga y color café. (ROC, 2018)



Nombre común: polla de agua o gallareta común

Nombre científico: *Gallinula galeata*

Familia: Rallidae

Descripción: mide aproximadamente 36 cm de pico a cola, es de cuello corto, presenta un escudete frontal rojo, el pico también es rojo, pero con punta amarilla, el dorso es marrón y el resto del cuerpo tiene un plumaje negruzco a excepción de una línea blanca en los bordes de las alas, las patas son amarillo verdoso y nada en aguas mansas. (Ossa, 2019)



Nombre común: Pauraque

Nombre científico: *Nyctidromus albicollis*

Familia: Caprimulgidae

Descripción: Mide hasta 30 cm, presenta una cola larga y su plumaje ocurre en dos fases, la primera es la grisácea, su nuca y corona presentan ese color, pero con manchas negras y café, en la garganta luce una mancha blanca y su pecho es color grisáceo. La segunda fase es la canela rojiza, el color canela predomina más en el dorso y la corona, su cola es negra con rectrices color blanco. (Kaufman, s.f)



Nombre común: Periquito del pacífico

Nombre científico: *Forpus coelestis*

Familia: Psittacidae

Descripción: es pequeño, su pico es color blanquecino, su plumaje es verde brillante pero la cabeza y partes inferiores son verde pálido, el lomo es color gris y tiene una raya azul detrás del ojo, la hembra tiene colores similares, pero sin el color azul. (ESPOL, 2019)



Nombre común: Margarita, Jilguero dorado

Nombre científico: *Sicalis flaveola*

Familia: Thraupidae

Descripción: ave pequeña, los machos son color amarillo, alas, cola y dorso son de tono verdoso, la cara es color anaranjado. La hembra presenta un tono café en el vientre, en el pecho y dorso tiene estrías color oscuro. (Fundación Charles Darwin, 2019)



Nombre común: Negro fino

Nombre científico: *Dives warszewiczi*

Familia: Icteridae

Descripción: mide aproximadamente 25 cm, es un ave de color negro tanto su plumaje como las patas y pico.



Nombre común: Garcilla Estriada

Nombre científico: *Butorides striatus*

Familia: Ardeidae

Descripción: mide aproximadamente 40 cm, los adultos tienen plumaje color gris a los lados de la cabeza, en cuello y pecho, tiene una franja blanca en el pecho y las partes superiores son azules medio verdoso. Los juveniles presentan plumaje color café leopardo. (Empresa Pública Municipal de Turismo, 2019)



Nombre común: Gallinazo cabeza negra

Nombre científico: *Coragyps atratus*

Familia: Cathartidae

Descripción: carroñero con una envergadura de 1,50 m, presenta cabeza y cuello desnudo color gris oscuro, su plumaje es predominantemente color negro, a excepción de unos paneles color blanco plateado en las alas primarias externas, su cola es corta, el pico es corto con forma de gancho, las patas son grises y largas. (AMARU Bioparque Cuenca, 2019)



Nombre común: Garrapatero

Nombre científico: *Crotophaga sulcirostris*

Familia: Cuculidae

Descripción: ave de color negro, presenta cola larga, su pico es curvo y ancho. No es un buen volador debido a sus alas cortas. (CONABIO, s.f)



Nombre común: Garza Blanca

Nombre científico: *Ardea Alba*

Familia: Ardeidae

Descripción: ave acuática, esbelta y grande, puede alcanzar 1 m de altura, presenta plumaje blanco, patas negras y pico amarillo. (NatureGate, 2019)



Nombre común: Garceta Bueyera

Nombre científico: *Bubulcus Ibis*

Familia: Ardeidae

Descripción: Longitud de hasta 52 cm con una envergadura de 82 a 95 cm, el plumaje es color blanco, pero en la cabeza, pecho y dorso presenta plumas anaranjadas, el cuello, patas (oscuras) y pico (amarillo) son cortos. (BIOPEdia, s.f)



Nombre común: Garza nocturna

Nombre científico: *Nycticorax nycticorax*

Familia: Ardeidae

Descripción: Presenta cuello corto y de color gris claro o blanco, sus ojos son rojos, el plumaje inferior es blanquecino grisáceo, el vientre, garganta y rostro son color blanco, la espalda, nuca y cabeza son negro azulado. Las alas son grises y sus patas amarillas. (Calle, s.f)



Nombre común: pato cuervo

Nombre científico: *Phalacrocorax brasilianus*

Familia: Phalacrocoracidae

Descripción: grande y de color oscuro, su pico es largo en forma de gancho, el cuello es largo con forma de s y su cola también es larga. El plumaje del adulto es negro con una mancha amarilla en la garganta. (Salazar, 2018)



Nombre común: Espátula Rosada

Nombre científico: *Platalea ajaja*

Familia: Threskiornithidae

Descripción: su pico amarillo verdoso es largo, aplanado y redondeado en la punta, su plumaje es rosado claro, siendo más intenso en las alas y la cola, las patas también son color rosado. (CONABIO, s.f)

Elaborador por: Los autores

Metodología de la investigación

Para esta investigación, por tratarse del diagnóstico ambiental de las lagunas de oxidación, se realizó la toma de muestra antes de que el efluente tocara el cuerpo receptor, con la finalidad de evidenciar si la descarga cumplía con lo establecido en la normativa vigente, se tomó una sola muestra para su respectivo análisis y posterior comparación con la tabla 10 del TULSMA, el muestreo se realizó tomando en cuenta la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98 Calidad del agua, muestreo, manejo y conservación de muestras y la NTE INEN 2169:98 Calidad de agua, técnicas de muestreo, además de las recomendaciones del laboratorio Grupo Químico Marcos, ente acreditado ante las SAE con acreditación SAE-LEN-005-001, cuyas recomendaciones fueron que se requería cuatro litros por muestra y que para análisis microbiológicos se necesitaba tres envases de farmacia totalmente esterilizados.

Tabla 4: *Coordenadas de muestreo*

PUNTO DE MUESTREO	X	Y	HORA
Punto de descarga	586503	9617390	7:15 a.m.

Elaborado por: Los autores

La muestra se tomó a las 7:15 am, procediendo al llenado de los envases, sin llenarlos hasta el tope, ya que la norma establece no llenarlos totalmente si se van a poner en refrigeración, en el rotulado de los envases se escribió el número de muestra, descripción del área, coordenadas y nombre del encargado del muestreo, posterior a eso, se procedió a ubicar las muestras en un contenedor refrigerado con hielo para mantener la temperatura adecuada para conservar la muestra.

Criterios de evaluación

Los criterios de evaluación están determinados en el libro Seis, anexo uno del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente, mediante la tabla diez, Descarga d a un cuerpo de agua marina, las normas establecen que se prohíbe la descarga de aguas residuales en cuerpos de agua marina si un previo tratamiento, por lo que los gobiernos autónomos descentralizados municipales deben interceptar estas aguas para darle un tratamiento y posteriormente ser descargados mitigando cualquier posible impacto, cuando el efluente sea descargado a un área de interés público ya sea para uso recreativo, se deberá utilizar el literal B de la tabla 10, caso contrario se aplicará la tabla A. El GAD Municipal del cantón Huaquillas cumple con la norma de receptor las aguas residuales para su respectivo tratamiento, debido a que la descarga no se da a lugares de interés turístico se aplicará el literal A, por lo que realizará el análisis de 24 parámetros para determinar la calidad del efluente.

Para determinar la calidad del efluente se aplicó una metodología cualitativa mediante la aplicación de una fórmula desarrollada por el Consejo Canadiense del Ministerio del Ambiente, esta metodología está desarrollada para evaluación del ICA en aguas superficiales, se tomó como base la adaptación que realizó la Autoridad Nacional del Agua de Perú en su artículo metodología para determinar el índice de calidad del agua de los recursos hídricos superficiales de Perú y se lo adaptó a las necesidades del contexto de la presente investigación.

La metodología presenta rangos de valores de 0 a 100 categorizados de la siguiente manera:

CCME_WQI 95-100: Es el valor más alto lo que determina que la calidad de agua es excelente, porque se encuentra en condiciones muy cercanas a las deseadas de acuerdo a la normativa aplicada.

CCME_WQI 80-94: Califica a la descarga como buena porque, aunque se aleja un poco de los valores establecidos en la normativa y pueden provocar amenazas, estas son de poca magnitud al área donde se descargará el efluente.

CCME_WQI 65-79: Da una calificación de favorable lo que se interpreta con que el efluente a menudo puede provocar amenazas al cuerpo receptor, por lo que se deberá analizar el tratamiento realizado.

CCME_WQI 45-64: Califica como regular, el tratamiento de las aguas residuales no es eficiente, por lo que efluente amenaza al cuerpo receptor.

CCME_WQI 0-44: El tratamiento no está cumpliendo con ningún objetivo por lo que califica como mala calidad de efluente, no debe ser descargada a ningún cuerpo receptor si darle tratamiento.

Resultados obtenidos de los análisis realizados

Tabla 5: Resultados obtenidos de los análisis del Agua Residual

Parametros Analizados	Expresados como	Unidad	Limite maximo permisible	Resultados	Metodo
ACEITES Y GRASAS	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30,0	4,5	PEE-GQM-FQ-03
Arsenico total	As	mg/l	0,5	<0,010	PEE/ANNCY/74
Aluminio	Al	mg/l	5,0	0,05	PEE-GQM-FQ-12
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2	0,065	PEE-GQM-FQ-15
Cinc	Zn	mg/l	10,0	<0,059	PEE-GQM-FQ-24
Cobre	Cu	mg/l	1,0	<0,05	PEE-GQM-FQ-19
Cobalto	Co	mg/l	0,5	<0,030	PEE/ANNCY/74
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	>2419,7	PEE-GQM-MB-69
Color	Color verdadero	mg/l	Inapreciable en dilucion 1/20	0	PEE-GQM-FQ-34
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	<0,5	<0,01	PEE-GQM-FQ-09
Compuestos fenolicos	Fenol	mg/l	0,2	0,029	PEE-GQM-FQ-20
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200,0	186,6	PEE-GQM-FQ-05
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400,0	327,48	PEE-GQM-FQ-16
Hidrocarburos totales de petroleo	TPH	mg/l	20,0	1	PEE-GQM-FQ-07
Materia flotante	Visibles	mg/l	auscencia	0	2530B
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	<0,005	PEE/ANNCY/80
Nitrogeno total kjdahl	N	mg/l	40,0	48,3	PEE-GQM-FQ-42
Potencial de hidrogeno	Ph		6 y 9	7,85	PEE-GQM-FQ-01
Solidos suspendidos totales	SST	mg/l	250,0	183	PEE-GQM-FQ-06
Sulfuros	S	mg/l	0,5	0,192	PEE-GQM-FQ-22
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50,0	<0,01	6630B
Carbamatos	Especies totales	mg/l	0,25	<0,01	6610A
Temperatura	°C		<35		PEE-GQM-FQ-26
Tensoactivos	Sust. activas al azul de metileno	mg/l	0,5	0,206	PEE-GQM-FQ-21

Elaborado por: Los autores

Interpretación de los resultados obtenido de los análisis realizados

La interpretación se realizó basada en las curvas de calidad donde el valor 0 demuestra baja calidad y 1 excelente calidad, sin embargo, este método solo se utilizó como medio de interpretación de resultados, para mayor comprensión del lector y no como valoración del índice de calidad, por lo que su valor es cualitativo y no cuantitativo.

Curvas de calidad

Aceites y grasas

Huaquillas es un sector comercial, donde entre los negocios podemos encontrar, restaurantes y lubricadoras que podrían generar este contaminante, en el siguiente gráfico se demuestra el resultado del análisis.

Ilustración 2: Aceites y grasas



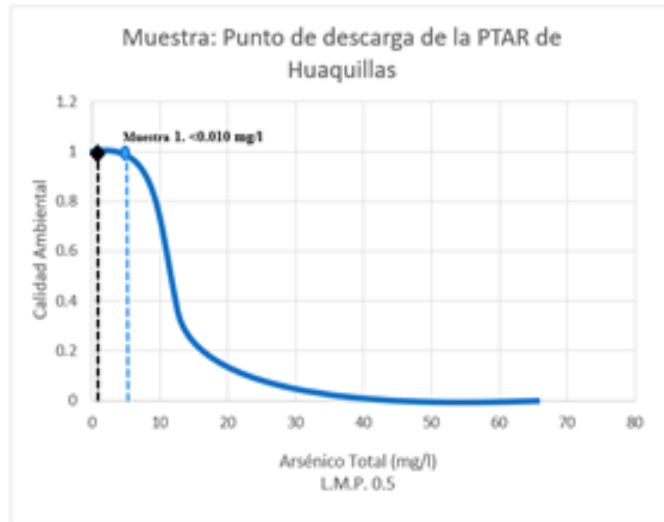
Elaborado por: Los autores

Los análisis realizados demuestran que los niveles de aceites y grasas se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que se puede inferir que el tratamiento en su fase primaria es eficaz para este parámetro, pues el resultado presenta 4,5 mg/l cuando el límite permisible es 30,0 mg/l.

Arsénico total

Este contaminante se presenta principalmente por las actividades antropogénicas como la minería, actividad que no se desarrolla en Huaquillas por lo tanto se puede deducir que el resultado es negativo ante la presencia de este elemento.

Ilustración 3: *Arsénico total*



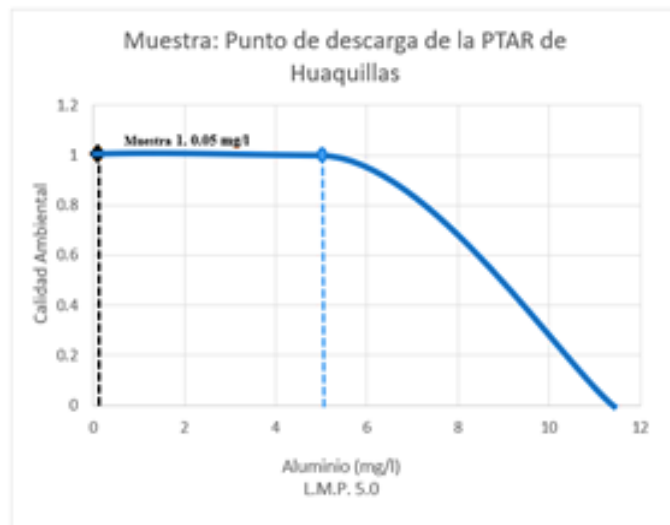
Elaborado por: Los autores

El análisis arroja que el valor de arsénico total es inferior a 0,010 mg/l lo que evidencia que su posible presencia se deba de manera natural a la meteorización del suelo y no por actividades humanas, pues el TULSMA expresa que el límite máximo permisible es 0,5 mg/l.

Aluminio

El aluminio es un elemento que se presente esencialmente por actividad minera, pero se puede encontrar en poca proporción en algunos tipos de suelos por la erosión.

Ilustración 4: *Aluminio*



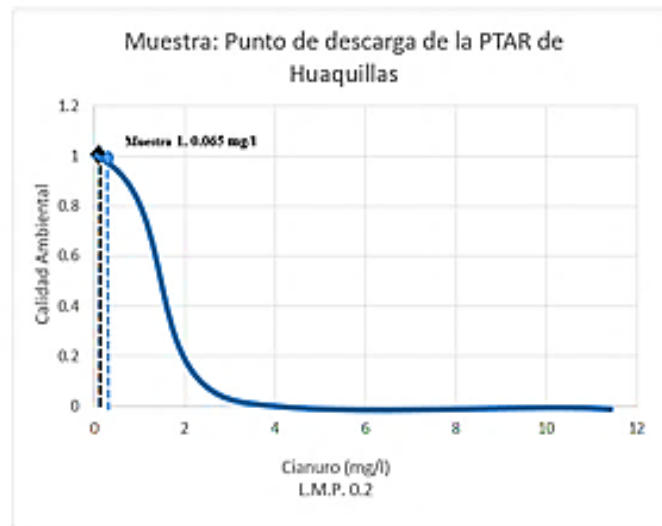
Elaborado por: Los autores

Los análisis demuestran que los niveles de aluminio están muy por debajo de los límites máximos permisibles que establece el Texto Unificado de Legislación Secundaria de Medio Ambiente.

Cianuro

Al igual que todos los elementos se encuentran en estado natural, sin embargo, se puede encontrar en mayor cantidad por actividades antropogénicas, como la minería, donde se utiliza en el proceso de obtención de oro.

Ilustración 5: *Cianuro*



Elaborado por: Los autores

El gráfico demuestra que los niveles de mercurio están muy por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que se encuentra en un estado de inocuidad, sin ser perjudicial, en la ciudad de Huaquillas no existe actividad minera por lo que el resultado es muestra de la realidad del lugar.

Cinc

Elemento disponible en pocas cantidades en el ambiente, puede estar presente en alimentos, suelo, aire y agua, cuando existe acumulación es debido a la actividad humana, específicamente por las industrias.

Ilustración 6: *Cinc*



Elaborado por: Los autores

La gráfica demuestra que la presencia de cinc en el cantón Huaquillas son muy bajos en comparación al límite máximo establecido en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Medio Ambiente.

Cobre

El cobre es un elemento muy común en la naturaleza, se distribuyen ampliamente gracias a los fenómenos naturales, también es utilizado en actividades como la minería y agricultura.

Ilustración 7: *Cobre*



Elaborado por: Los autores

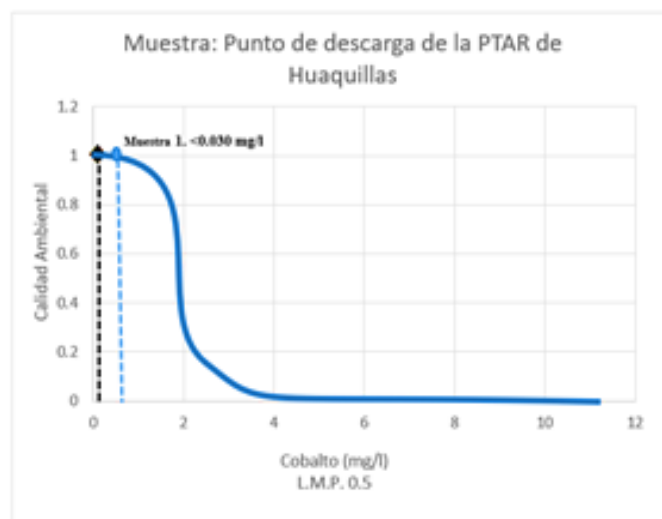
Según los análisis realizados, se representa en la gráfica el resultado obtenido, obteniéndose una muy baja concentración de cobre en la PTAR del cantón Huaquillas en relación con el

límite máximo permisible, lo que evidencia que en lugar no se da actividades que utilicen este elemento.

Cobalto

El cobalto es un elemento ampliamente distribuido en la naturaleza, en las proporciones indicadas es beneficioso para el ser humano por sus características médicas, ayuda a tratar la anemia, no obstante, cuando se acumula en exceso trae inconvenientes, normalmente se usa en la agricultura.

Ilustración 8: *Cobalto*



Elaborado por: Los autores

La representación gráfica demuestra que la presencia de cobalto en el agua residual es inferior a lo establecido en el TULSMA, encontrándose por debajo del límite máximo permisible, por lo que se puede inferir que la agricultura en el cantón se desarrolla a muy baja escala.

Coliformes Fecales

Los coliformes fecales como se había mencionado en su conceptualización es muestra de la existencia de excremento que es lo que naturalmente va a las lagunas de oxidación.

Ilustración 9: *Coliformes Fecales*



Elaborado por: Los autores

La gráfica representa que no existe eficacia a la hora del tratamiento para coliformes pues la cantidad que arrojó el análisis, sobrepasa los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA por lo que deberá ser tomado en cuenta a la hora de elaborar la propuesta, la presencia de coliformes fecales en las aguas demuestran que existe contaminación fecal en el efluente.

Cromo hexavalente

El cromo en su estado natural se encuentra en bajas concentraciones en el agua, es acumulativo cuando existe una actividad industrial de por medio.

Ilustración 10: *Cromo hexavalente*



Elaborado por: Los autores

Los resultados expresados en la gráfica demuestran que los niveles de cromo están por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que el efluente cumple con la normativa ecuatoriana.

Fenoles

Los fenoles se encuentran en las aguas debido a la descomposición de la materia orgánica, sus niveles deben ser muy bajos para no causar daños.

Ilustración 11: *Fenoles*



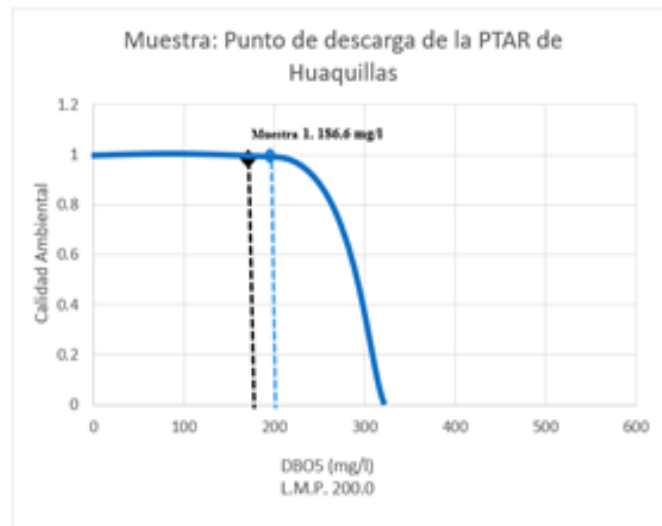
Elaborado por: Los autores

Como se muestra en la gráfica el efluente de las lagunas de oxidación está por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA por lo que se puede evidenciar la eficiencia del tratamiento en cuanto a este parámetro.

Demanda Bioquímica de Oxígeno a los cinco días

Este parámetro es de suma importancia para determinar la calidad del agua, pues mediante este se evidencia la cantidad de materia orgánica presente en las aguas residuales.

Ilustración 12: *DBQ5*



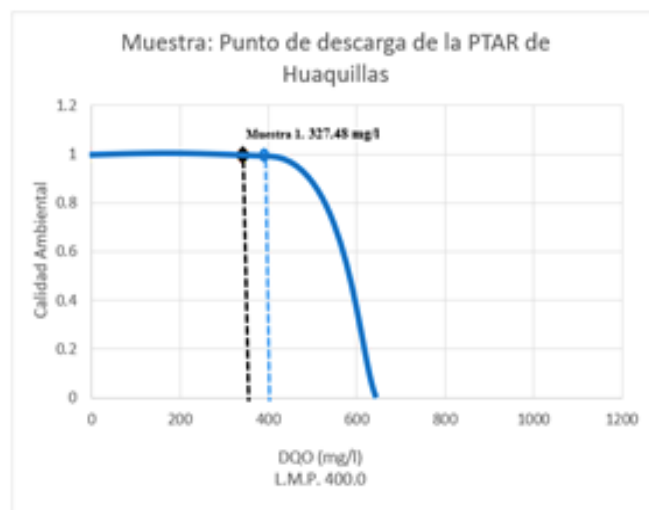
Elaborado por: Los autores

La gráfica representa que los resultados obtenidos del análisis de las aguas residuales de las lagunas de oxidación se encuentran por debajo del límite máximo permisibles establecido, cumpliendo así con la normativa ambiental.

Demanda química de oxígeno

Este parámetro al igual que el DBO5 demuestran la cantidad de materia orgánica presente en las aguas residuales, diferenciándose con el anterior en que el DBO se da por medio de microorganismos y el DQO se da mediante reacciones químicas.

Ilustración 13: *DQO*



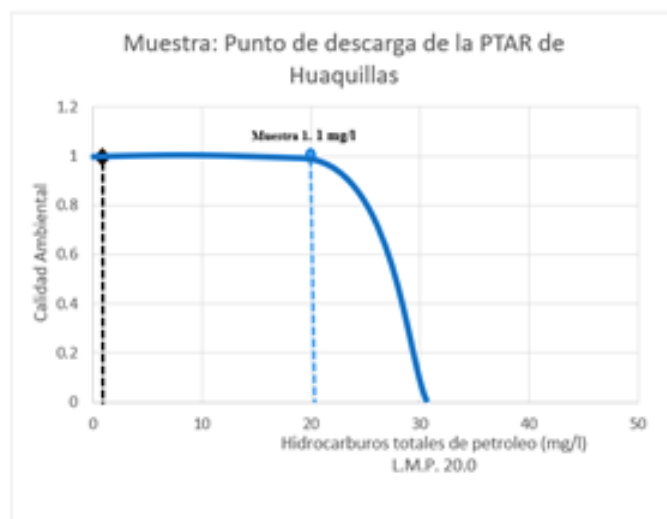
Elaborado por: Los autores

Los resultados obtenidos representados mediante la gráfica, demuestran que los niveles de demanda química de oxígeno están por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que el tratamiento está cumpliendo su función con eficiencia.

Hidrocarburos totales de petróleo

Estas sustancias se derivan del petróleo crudo, pueden presentarse en las aguas residuales debido a actividades antropogénicas como las lubricadoras, la contaminación por estos elementos es perjudicial para la salud.

Ilustración 14: *Hidrocarburos totales de petróleo*



Elaborado por: Los autores

La gráfica evidencia que los niveles de hidrocarburos totales de petróleo se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles y que por lo tanto cumple con la normativa ambiental.

Mercurio

Este elemento se puede encontrar de manera natural en el ambiente por medio de la erosión de las rocas, sin embargo, es utilizado en las actividades humanas por medio de instrumentos como el termómetro, los niveles de mercurio están subiendo en el ambiente debido a las industrias, minera y metalúrgica mediante las aguas residuales industriales.

Ilustración 15: *Mercurio*



Elaborado por: Los autores

Hipotéticamente los niveles de mercurio en las aguas residuales del cantón Huaquillas deben contener niveles bajos de mercurio, ya que en este sector no se realizan actividades que involucren al mercurio como un peligro, esto se demuestra en la gráfica dando un valor menor al establecido en los límites máximos permisibles.

Nitrógeno total Kjeldahl

El nitrógeno total se refiere al nitrógeno en todas sus composiciones valorado por el método Kjeldahl, este elemento es importante para la depuración de las aguas residuales, pues permiten el desarrollo de las bacterias que realizan la depuración, sin embargo, el exceso de nitrógeno hace que el oxígeno disuelto sea escaso y si hay escasez de nitrógeno no se realizará la depuración por falta de microorganismos que cumplan su función.

Ilustración 16: *Nitrógeno total Kjeldahl*



Elaborado por: Los autores

Los resultados obtenidos mediante la gráfica demuestran que los niveles de nitrógeno total se encuentran elevados en poca proporción, no obstante, no cumple con la normativa ambiental vigente por lo que se deberá tomar en cuenta para el desarrollo de la propuesta.

Potencial de hidrógeno

El nivel de pH es esencial en las aguas residuales, pues un ambiente demasiado acidificado o alcalino perjudican los procesos biológicos de degradación de materia, por lo que es necesario que se mantenga su estabilidad.

Ilustración 17: *Potencial de hidrógeno*



Elaborado por: Los autores

La gráfica demuestra que el nivel de potencial de hidrógeno en las aguas residuales de las lagunas de oxidación del cantón Huaquillas se encuentra en un nivel muy estable, no se encuentra por debajo, ni por encima de los límites permisibles exigidos en la normativa ambiental.

Sólidos suspendidos totales

Se refiere al material en suspensión que se encuentra en el efluente de las lagunas de oxidación.

Ilustración 18: *Sólidos suspendidos totales*



Elaborado por: Los autores

Los sólidos suspendidos totales en las lagunas de oxidación se encuentran bajo los límites máximos permisibles establecidos en el texto unificado de legislación secundaria del medio ambiente como se representa en la gráfica por lo que se puede inferir que cumple con la norma.

Sulfuros

Los sulfuros se presentan en las aguas residuales producto de la descomposición de la materia orgánica, también es el que provoca los malos olores en su estado de sulfuro de hidrógeno.

Ilustración 19: *Sulfuros*



Elaborado por: Los autores

Los niveles de sulfuros se encuentran estables en la laguna de oxidación del cantón Huaquillas, ya que la gráfica representa que se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles, por lo que cumple con la norma establecida en el TULSMA.

Compuestos organoclorados

Son compuesto usados esencialmente en el combate de plagas en la agricultura por medio de los pesticidas, es un elemento perjudicial para el ambiente, debido a que es acumulable en los organismos, su presencia en las aguas residuales se da por medio de las fumigaciones o por medio de los envases desechados irresponsablemente.

Ilustración 20: *Compuestos organoclorados*



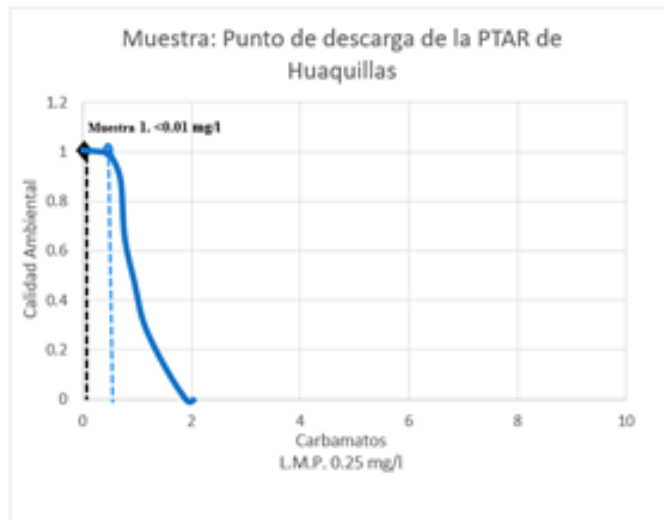
Elaborado por: Los autores

La gráfica demuestra que los límites de compuestos organoclorados se encuentran muy por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa, por lo que se está cumpliendo con la normativa.

Carbamatos

Al igual que los organoclorados son usados esencialmente en la agricultura para combatir plagas, es perjudicial porque se acumula en los organismos, haciéndose persistente en el ambiente, llega a las aguas residuales producto de fumigaciones o inadecuado uso de la sustancia.

Ilustración 21: *Carbamatos*



Elaborado por: Los autores

Huaquillas es una ciudad donde la agricultura no es su potencial como actividad económica por lo que la existencia de este contaminante en las aguas residuales sería extraña y así se demuestra en la gráfica, los niveles de carbamatos están por debajo de los límites máximos permisibles, cumpliendo con la normativa.

Tensoactivos

Estos compuestos están ligados a los detergentes que se utilizan en los hogares y que llegan a las aguas residuales por medio de las aguas grises, su concentración provoca eutrofización en los cuerpos receptores.

Ilustración 22: *Tensoactivos*



Elaborado por: Los autores

Los niveles de tensoactivos están por debajo de los límites máximos permisibles establecidos en la normativa ambiental vigente, como se representa en la gráfica cumpliendo con la normativa.

Matriz para determinar el ICA del efluente de las lagunas de oxidación

Una vez obtenidos los resultados de los análisis y luego de su interpretación se procedió a evaluar el índice de calidad de agua, mediante la aplicación de la metodología adaptada a las necesidades del presente proyecto, esto se realizó mediante una matriz con los valores obtenidos y los solicitados por la normativa ambiental.

Tabla 6: Matriz de evaluación del Índice de Calidad de Agua

Matriz de evaluación del índice de calidad de agua						
Evaluación de la descarga de la PTAR de Huaquillas						
Parámetros a evaluar T.10 TULSMA	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Método	Resultados	
ACEITES Y GRASAS	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30,0	PEE-GQM-FQ-03	4,5	Cumple
Arsénico total	As	mg/l	0,5	PEE/ANNCY/74	<0,010	Cumple
Aluminio	Al	mg/l	5,0	PEE-GQM-FQ-12	0,05	Cumple
Cianuro total	CN-	mg/l	0,2	PEE-GQM-FQ-15	0,065	Cumple
Cinc	Zn	mg/l	10,0	PEE-GQM-FQ-24	<0,059	Cumple
Cobre	Cu	mg/l	1,0	PEE-GQM-FQ-19	<0,05	Cumple
Cobalto	Co	mg/l	0,5	PEE/ANNCY/74	<0,030	Cumple
Coliformes fecales	NMP	NMP/100 ml	2000	PEE-GQM-MB-69	>2419,7	No cumple
Color	Color verdadero	mg/l	Inapreciable en dilución 1/20	PEE-GQM-FQ-34	0	Cumple
Cromo hexavalente	Cr+6	mg/l	<0,5	PEE-GQM-FQ-09	<0,01	Cumple
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2	PEE-GQM-FQ-20	0,029	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO5	mg/l	200,0	PEE-GQM-FQ-05	186,6	Cumple
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	400,0	PEE-GQM-FQ-16	327,48	Cumple
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20,0	PEE-GQM-FQ-07	1	Cumple
Materia flotante	Visibles	mg/l	ausencia	2S30B	0	Cumple
Mercurio total	Hg	mg/l	0,01	PEE/ANNCY/80	<0,005	Cumple
Nitrógeno total kjdahl	N	mg/l	40,0	PEE-GQM-FQ-42	48,3	No cumple
Potencial de hidrogeno	Ph		6 y 9	PEE-GQM-FQ-01	7,85	Cumple
Sólidos suspendidos totales	SST	mg/l	250,0	PEE-GQM-FQ-06	183	Cumple
Sulfuros	S	mg/l	0,5	PEE-GQM-FQ-22	0,192	Cumple
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	µg/l	50,0	6630B	<0,01	Cumple
Carbmatos	Especies totales	mg/l	0,25	6610A	<0,01	Cumple
Temperatura	°C		<35	PEE-GQM-FQ-26		Cumple
Tensoactivos	Sust. activas al azul de metileno	mg/l	0,5	PEE-GQM-FQ-21	0,206	Cumple
DATOS	Numero de parámetros que no cumplen					2
	Numero total de parámetros a evaluar					24
	Numero de datos que no cumplen el eca					2
	Numero total de datos					24
CÁLCULO DE LOS FACTORES DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL (CCME_WQI) EXCEDENTES DE CADA PARÁMETRO	F1					8,333333333
	F2					8,333333333
	ACEITES Y GRASAS (Sust. Solubles en hexano)		mg/l			
	Arsénico total (As)		mg/l			
	Aluminio (Al)		mg/l			
	Cianuro total (CN-)		mg/l			
	Cinc (Zn)		mg/l			
	Cobre (Cu)		mg/l			
	Cobalto (Co)		mg/l			
	Coliformes fecales NMP		NMP/100 ml			0,209
	Color		mg/l			
	Cromo hexavalente (Cr+6)		mg/l			
	Compuestos fenólicos (Fenol)		mg/l			
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días) (DBO5)		mg/l			
	Demanda Química de Oxígeno (DQO)		mg/l			
	Hidrocarburos totales de petróleo (TPH)		mg/l			
	Materia flotante (Visibles)		mg/l			
	Mercurio total (Hg)		mg/l			
	Nitrógeno total kjdahl (N)		mg/l			0,207
	Potencial de hidrogeno (pH)					
	Sólidos suspendidos totales (SST)		mg/l			
	Sulfuros (S)		mg/l			
	Compuestos organoclorados (Organoclorados totales)		µg/l			
	Carbmatos (Especies totales)		mg/l			
	Temperatura (°C)					
	Tensoactivos (Sust. activas al azul de metileno)		mg/l			
	Sumatoria de excedentes					0,017
	F3					1,67
ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL					93,14	
					Bueno	

Fuente: Los Autores, Agosto de 2019. Adaptado de: Autoridad nacional del agua de Perú. Metodología para la determinación del índice de calidad del agua, ICA-PE, s.f.

Elaborado por: Los autores.

La evaluación del índice de calidad del agua, determinó que el efluente se encuentra en buena calidad para ser descargado, aunque podría provocar situaciones de bajo impacto, por lo que se debe tomar en cuenta en los requerimientos a intervenir, los parámetros elevados fueron los coliformes fecales y el nitrógeno total, lo que provocó que la calidad de agua del efluente no sea excelente.

1.3. ANÁLISIS DEL CONTEXTO Y DESARROLLO DE LA MATRIZ DE REQUERIMIENTOS

1.3.1. Análisis de contexto

Las lagunas de oxidación del Cantón Huaquillas se encuentran ubicadas en la ciudadela San Rafael, anteriormente no había asentamientos humanos, pero esto ha cambiado debido al crecimiento demográfico. Por medio de la experiencia de campo se pudo conocer que en la administración en la que fue diseñada y entró en operación las lagunas se trataron con un bio activador, en la siguiente administración ya no se utilizó el bio activador, se utilizaba cal para minimizar los olores y en la actual administración por el momento no se está empleando ningún componente que aporte a la depuración de las aguas residuales, se presume que es la razón por la cual los dos parámetros salieron elevados.

La problemática de esta PTAR es principalmente la carencia organizacional de las autoridades municipales, pues este lugar no está bajo la responsabilidad de ningún departamento específico, por ahora está como responsable el director de Obras Públicas, debido a que ahí se encuentran las maquinarias para el asfalto de la ciudad, cuando en realidad debería estar a cargo del Departamento de Saneamiento Ambiental, por la categorización de esta, para que puedan realizar el respectivo control y monitoreo, ya que no cuenta con la respectiva licencia ambiental, además, no existe la respectiva auditoría ambiental, según expresaron los responsables que el contratista incumplió con la auditoría, por lo que no cuentan con ese documento ni ningún otro documento que contenga información sobre esta PTAR, por eso fue necesario realizar un diagnóstico ambiental que permita conocer la eficiencia del tratamiento. Según el análisis de agua que se realizó basándose en la tabla 10 del libro VI, anexo I del TULSMA, indicó que los únicos parámetros que sobrepasan los límites máximos permisibles eran los coliformes fecales y el nitrógeno total, lo que demostró que las aguas servidas están recibiendo un tratamiento con alto nivel de eficacia, pero que sin embargo, debe mejorar, por lo que es necesario la aplicación de medidas, preventivas para evitar que el funcionamiento de la PTAR se vea afectado a futuro, la planta fue diseñada para 20 años de los cuales lleva en

funcionamiento 9, es necesario realizar las auditorías de cumplimiento que permitirán que las lagunas de oxidación alcancen su tiempo programado de vida útil.

1.3.2. Matriz de requerimiento

PROBLEMA	CAUSA	EFEECTO	OBJETIVO	REQUERIMIENTOS
Ineficiencia de tratamiento de aguas residuales	Carencia de monitoreo de descargas	Posible alteración menor de la calidad del agua del cuerpo receptor a causa de Nitrógeno y coliformes.	Disminuir los niveles de Nitrógeno total y coliformes fecales, mediante la aplicación de medidas correctoras.	Implementar el uso de bacterias como instrumento biorremediador en el tratamiento biológico y mejoramiento de las fases de depuración de aguas residuales.
Ausencia de ente administrador de la PTAR	La PTAR actualmente no se encuentra bajo la administración de ningún departamento municipal.	Carencia de monitoreo y seguimiento de la PTAR.	Identificar el departamento competente para administrar la PTAR.	Designar la competencia al departamento pertinente para ejercer la administración de la PTAR.
AUSENCIA DE BARRERAS VIVAS	Alto contenido de sales minerales en el suelo	Emisión de malos olores	Determinar la calidad del suelo mediante análisis de laboratorio	Realizar el análisis de laboratorio.

			para sembrar especies que funcionen como barreras vivas.	
Actividad regularización desactualizada.	Desinterés de las autoridades municipales.	Carencia de información.	Regularizar la actividad, mediante la elaboración de la auditoría de cumplimiento, para mitigar impactos Ambientales producidos.	Realizar la auditoría ambiental de la PTAR para regularizar la actividad de acuerdo a la normativa ambiental.

Elaborado por: Los autores

1.4. Selección de requerimientos a intervenir: Justificación.

Los requerimientos se justifican de acuerdo a la normativa ambiental vigente en el acuerdo 097a que es la actualización del tulsma Libro VI anexo I, e indica que el GAD Municipal debe interceptar las aguas residuales para darles un tratamiento y que cumplan con los parámetros establecidos en la tabla 10 denominada norma para límites de descarga a un cuerpo de agua marina, en el caso de este contexto se deberá aplicar el literal A, por lo que el cuerpo receptor no tiene usos de interés público.

El requerimiento seleccionado se encuentra estrechamente vinculado con los demás, sin embargo, se lo seleccionó por considerarse de mayor importancia y de incidencia directa a los otros, por lo que intervenir este requerimiento desarrolla estrategias para la mitigación de los problemas surgidos en estos.

La Ineficiencia del Tratamiento de Aguas Residuales inicia al no estar a cargo de un departamento específico del GAD de Huaquillas, por lo que no se realiza monitoreo o seguimiento alguno, provocando así que las descargas de agua se encuentren con concentraciones de coliformes fecales y nitrógeno total que sobrepasan los límites máximos permisibles por lo que podrían llegar a contaminar el cuerpo de agua receptor, además, en la

visita de campo realizada se evidenció presencia de desechos sólidos en la laguna facultativa inicial y aunque son retirados de manera manual, evidencian que el pretratamiento tiene falencias pues según la literatura deberían quedar atrapados en esta fase, por lo que se empezó a evidenciar que este tratamiento de aguas residuales no está funcionando eficientemente.

Los análisis realizados corroboraron que el tratamiento tiene leves deficiencias que podrían ser mejoradas y cumplir con lo que indica la normativa ambiental vigente en el Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULSMA), que establece en sus principios básicos que el control de la contaminación del recurso hídrico se basará en el mantenimiento de la calidad del mismo, de igual manera menciona que las municipalidades deben ser las encargadas de actuar para la prevención, control y mitigación de problemas de contaminación, siendo esto una causa para que el Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Huaquillas a futuro sea notificado y multado por la Autoridad Ambiental Competente que en este caso podría ser el Gobierno Provincial o la máxima autoridad ambiental que es el Ministerio del Ambiente, de igual manera por la Secretaría del Agua.

CAPÍTULO II: PROPUESTA INTEGRADORA

TEMA: Programa para mejorar de la calidad del efluente de las Lagunas de Oxidación del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Huaquillas.

2.1. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

El programa para mejorar la calidad del efluente de las lagunas de oxidación consiste en dos etapas, en la primera etapa se busca disminuir los excedentes de los parámetros que no cumplen con la normativa en vigencia, nitrógeno total con 48,3 mg/l siendo el límite máximo permisible 40 mg/l excediéndose en un 0,2 % y coliformes fecales con una cantidad que sobrepasa los 2419,7 NMP/100 ml, cuando el límite máximo son los 2000 NMP/100ml. La segunda etapa consta en el control y seguimiento ambiental para mantener la calidad del efluente en buenas condiciones.

El fundamento legal de la propuesta se expone desde la constitución en el artículo 14 donde se enuncia que se garantiza un ambiente sano y ecológicamente equilibrado para los ciudadanos ecuatorianos, esto de igual manera se enuncia en el código orgánico ambiental en el artículo 5 numeral 4 y se responsabiliza a los gobiernos autónomos descentralizados municipales la competencia de dar tratamiento a las aguas residuales en el artículo 264 de la constitución y respectivamente en el Código orgánico de organización autonomía y descentralización en el artículo 55, otro artículo a mencionar es el artículo 27 numeral 10 donde se da la responsabilidad de controlar el cumplimiento de los parámetros ambientales y la aplicación de la normativa técnica en este caso del recurso agua.

La Fase inicial de la propuesta consiste en añadir Microorganismos Eficientes (MME - TRSO) en las lagunas facultativas del tratamiento de aguas residuales para disminuir la concentración de contaminantes, luego estas aguas pasarán a la laguna de maduración donde serían eliminados los agentes patógenos, esto con el fin de lograr un tratamiento más eficaz y eficiente, evitando así que las descargas alteren la composición natural del cuerpo de agua receptor.

2.2. OBJETIVOS DE LA PROPUESTA

2.2.1. Objetivo General

Disminuir los excedentes de Nitrógeno y coliformes fecales, mediante la aplicación del programa para mejorar la calidad del efluente de las lagunas de oxidación del cantón Huaquillas.

2.2.2. Objetivos Específicos

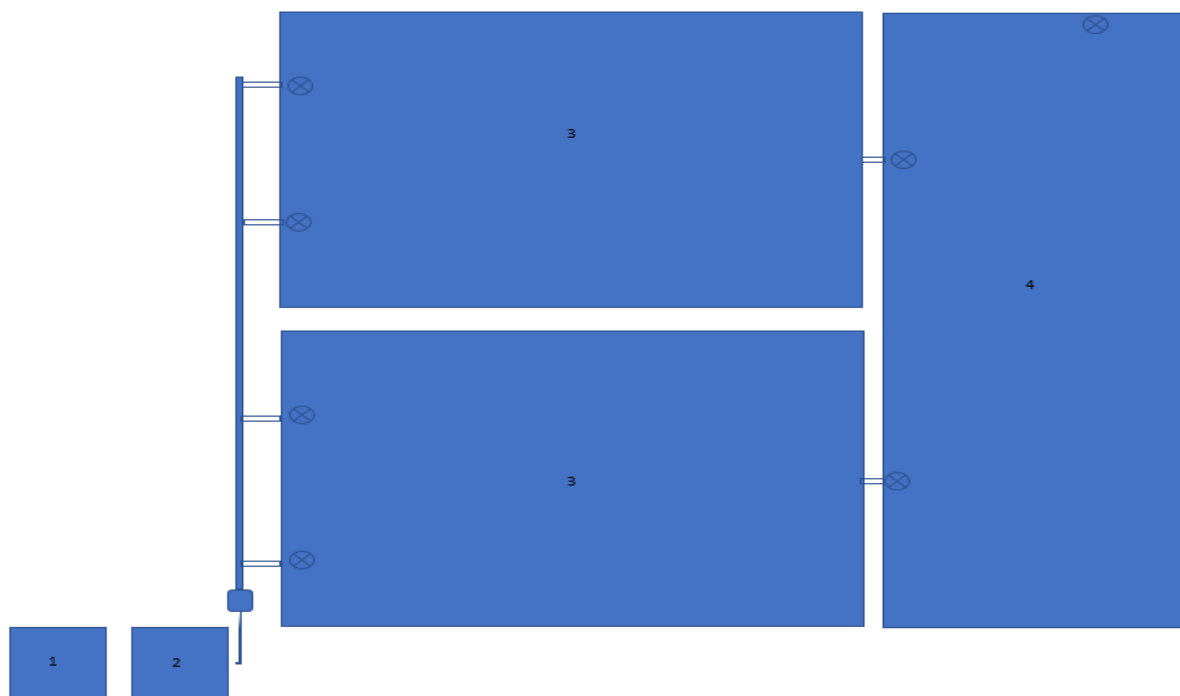
- Analizar las posibles causas de los valores elevados de nitrógeno total y coliformes fecales o las posibles fuentes de contaminación del agua residual.
- Determinar la metodología para disminuir los excedentes.
- Aplicar la metodología elegida para solucionar el problema.
- Realizar el seguimiento mediante análisis de agua.

2.3. COMPONENTES ESTRUCTURALES

Las lagunas de oxidación del cantón Huaquillas cuenta con cuatro etapas estructuradas de acuerdo a su función, en la primera etapa se encuentra el desarenador y la estación de bombeo junto con los canales de distribución del agua residual.

1. Desarenador.
2. Estación de bombeo.
3. Lagunas Facultativas.
4. Laguna de maduración.

Ilustración 23: *Etapas de la PTAR*



Elaborado por: Los autores

Desarenador: Se trata de una cámara de 8 metros con 3 metros de profundidad, aquí se retienen sólidos como arenas.

Estación de bombeo: Recoge el agua residual que llega a través del sistema de alcantarillado y luego la expulsa por unos canales que llevan el agua residual hasta las lagunas facultativas.

Lagunas facultativas: En esta etapa se realiza la depuración de las aguas residuales, mediante la degradación de la materia orgánica y descomposición de los contaminantes por medio de los microorganismos, la planta cuenta con dos lagunas facultativas, estructuradas de la misma manera con capacidad para recibir hasta 100.000 m³ sin llegar a colapsar, sin embargo, el volumen que permanece en las lagunas es de 60.000 m³, un valor menor al estimado.

Lagunas de maduración

Es la etapa final, aquí se eliminan las bacterias patógenas y se eliminan nutrientes, es poco profunda para permitir el paso de la luz.

1. Análisis de las posibles fuentes de contaminación

Según los análisis de agua realizados, se constató que la Planta de Tratamiento de Agua Residual no está descargando el agua bajo todos los límites máximos permisibles que establece la Autoridad Competente. El límite de nitrógeno total para descarga a un cuerpo de agua marino debe ser de 40,0 mg/l, pero presenta 48,3 mg/l, aunque no sobrepasa considerablemente el valor establecido, es de notable inquietud, porque en el cantón la agricultura se da a pequeña escala y los lugares donde se desarrolla no cuentan con alcantarillado, por ello se consideró que la cantidad elevada de nitrógeno total se debe a la descomposición de la materia orgánica.

Así también los resultados denotaron que las coliformes fecales deben alcanzar como mínimo 2000 NMP, pero según el análisis de agua presenta 2419,7 NMP indicando que en las lagunas facultativas no se está realizando eficazmente el tratamiento, porque estas deberían ser eliminadas en el proceso.

2. Metodología para disminuir el exceso de contaminantes en el efluente

Los contaminantes de aguas residuales pueden ser eliminados de varias formas, los métodos pueden ser físicos, químicos o biológicos, esto dependerá del tipo de agua residual.

Método físico: el método para eliminar casi cualquier contaminante de manera física es la osmosis inversa, básicamente la ósmosis es pasar el agua contaminada por una membrana que retiene los contaminantes, sin embargo, el nitrato suele pasar la membrana por lo que su eficiencia no es total. (Cardenas Calvachi Gloria, 2013)

Método químico: se da mediante el intercambio iónico que consiste en que el agua residual pase por una resina donde se realiza el intercambio de un ion por otro, sin embargo, este método

tampoco es eficiente, ya que la resina no puede ser regenerada y se convierte en un desecho, de igual manera no es eficiente a la hora de seleccionar nitrato.

Método biológico: es considerado el método más eficiente para eliminar el nitrógeno de las aguas residuales, ya que el contaminante no se transfiere a otro medio, pues los resultados finales son Nitrógeno molecular y dióxido de nitrógeno, económicamente son los métodos más viables para el tratamiento de aguas residuales.

Las bacterias descomponen la materia degradando de un estado orgánico a un estado inorgánico, en el caso del nitrógeno orgánico se oxida para transformarse en nitrógeno amoniacal a este proceso se le denomina mineralización, posteriormente el nitrógeno amoniacal también es oxidado y se convierte en nitritos y tras oxidarse nuevamente en nitratos a lo que se le conoce como nitrificación, esto sucede por las bacterias nitrificantes, finalmente la desnitrificación que se da por las bacterias desnitrificantes que reducen los nitritos y nitratos en dióxido de nitrógeno y nitrógeno molecular, este proceso es anaerobio, hasta que terminan incorporándose en la atmósfera.

Los microorganismos usan el nitrógeno en su forma amoniacal y como nitrato, como nutriente para su desarrollo convirtiéndolo nuevamente en nitrógeno orgánico.

Para eliminar patógenos los microorganismos actúan a través de las bacterias ácido lácticas que son las encargadas de eliminar a los coliformes.

3. Selección de la metodología para disminuir los excedentes

Las lagunas de oxidación son un método de depuración fundamentada en la depuración biológica, por ser un método económico y fiable, es por eso que se utilizarán Microorganismos Eficientes que según Romero y Vargas (2017) su utilización hace posible que las aguas servidas, sean tratadas de tal manera que puedan retornar al medio ambiente de forma segura y sin alterar la composición natural del cuerpo de agua receptor.

En este caso se utilizará los Microorganismos Eficientes (MME - TRSO) de la empresa ecuatoriana INGSOAGRO & AMBIENTAL, para fomentar el desarrollo de microorganismos en la laguna facultativa que permitan la depuración de las aguas residuales, específicamente son los siguientes:

Bacterias Fototrópicas: sintetizan aminoácidos, azúcares, sustancias bioactivas y ácidos nucleicos

Bacterias Ácidas Lácticas: Fuerte esterilizador que elimina agentes patógenos.

Bacterias Actinomicetos: fermentan desechos orgánicos como la penicilina natural

Hongos levaduras: contiene sustancias bioactivas como enzimas y hormonas.

Hongos Lignívoros: permiten fermentar las sustancias complejas.

Según el Ingeniero Franklin Aucapiña de la empresa INGSOAGRO & AMBIENTAL, los beneficios de los microorganismos eficientes en las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales, son los siguientes:

- Controla y reduce los malos olores y gases, liberados por la descomposición de la materia orgánica.
- Reduce el volumen de los sólidos orgánicos.
- Mejora la calidad de los lodos.
- Reduce el DBO Y DQO.

4. Aplicación de la metodología seleccionada

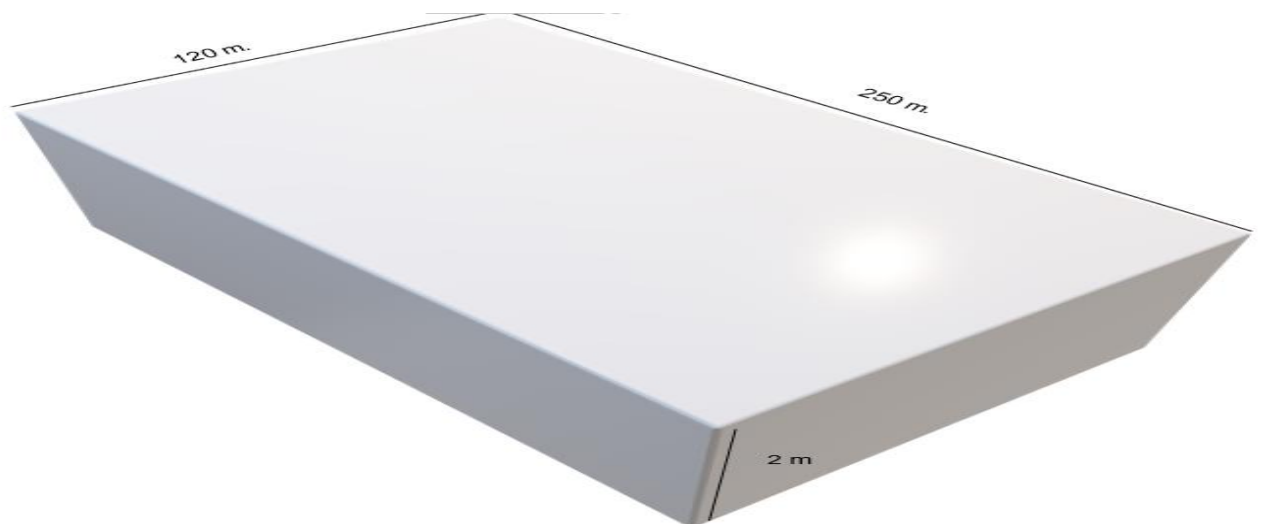
Para aplicar la metodología elegida, se calculó el volumen de las lagunas facultativas, mediante una fórmula matemática, debido a la carencia de información. La forma de las lagunas es un ortoedro, que se caracteriza por tener sus caras rectangulares y para el cálculo aproximado se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = a.b.c$$

$$V = 120 \times 250 \times 2$$

$$V = 60.000 \text{ m}^3$$

Ilustración 24. Laguna facultativa



Elaborado por: Los autores

Como ya se había mencionado, aunque las lagunas tienen como capacidad máxima 60.000 m³, por experiencia de campo se constató que actualmente se albergan aproximadamente 30.000 m³. El fabricante del producto recomienda utilizar un litro del producto por metro cúbico, no

obstante, considerando que el tratamiento está siendo eficiente en un 93% y que los excedentes de nitrógeno total son del 0,2 %, se aplicará 1000 litros por laguna facultativa.

En el cálculo de la laguna de maduración al tener la misma forma geométrica, se aplicó la misma fórmula para obtener su capacidad volumétrica.

Datos:

a= 80m

b= 240m

c= 1m

Ilustración 25. Laguna de maduración



Elaborado por: Los autores

$$V= 80 \times 240 \times 1$$

$$V= 19.200$$

La aplicación de los ME en esta etapa es para combatir a los patógenos presentes en las aguas residuales, ya que los resultados de los análisis demostraron que existe un excedente de coliformes fecales en el efluente, la aplicación se realizará con una dosis de 2000 lt de contenido.

5. Seguimiento del proceso mediante análisis de agua

Los análisis de aguas del efluente de las lagunas de oxidación, se deben realizar uno semestral durante el primer año de aplicación de los Microorganismos Eficientes, para verificar si los parámetros elevados disminuyeron, transcurrido este tiempo, los análisis se realizarán una vez al año, para evidenciar la eficiencia de los microorganismos en el tratamiento.

2.4. FASES DE IMPLEMENTACIÓN

Tabla 7: Fases de Implementación

ESTRATÉGIA	ACCIÓN	ACTIVIDADES	RESPONSABLES
Mejorar de la calidad del efluente de las Lagunas de Oxidación del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Huaquillas.	Determinar las posibles fuentes de contaminación.	<ul style="list-style-type: none"> Analizar las actividades desarrolladas en la ciudad de Huaquillas que puedan ser la causa de los parámetros elevados. 	Personal Técnico del GAD Huaquillas.
	Planificación de medida correctora.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar la medida aplicable en las lagunas de oxidación del GAD Huaquillas. Adquisición de los microorganismos eficientes. 	Personal Técnico del GAD Huaquillas.
	Determinar la dosificación en relación de lt/m ³ .	<ul style="list-style-type: none"> Dosificar el producto según las necesidades. 	Personal Técnico del GAD Huaquillas.
	Aplicación de Microorganismos eficientes.	<ul style="list-style-type: none"> Depositar los microorganismos eficientes en las lagunas Facultativas y de maduración para su efecto depurador. 	Personal Técnico del GAD Huaquillas.
	Monitoreo y seguimiento.	<ul style="list-style-type: none"> Realizar análisis de laboratorio para evidenciar la eficiencia de la medida en el tratamiento. 	Personal Técnico del GAD Huaquillas.

Elaborado por: Los autores

2.5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 8: Cronograma de actividades

ACTIVIDADES	TIEMPO																											
	MES 1				MES 2				MES 3				MES 4				MES 5				MES 6							
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4				
Tratamiento biológico																												
Determinación de los m3 de las lagunas de oxidación																												
Contactar a la empresa INGSOAGRO &																												

AMBIENTAL para hacer el pedido de los Microorganismos Eficientes																							
Aplicación de los Microorganismos Eficientes																							
Análisis de Agua																							
Realizar el muestreo de las aguas residuales en el punto de descarga																							

Elaborado por: Los autores

2.6. RECURSOS LOGÍSTICOS

Tabla 9: *Recurso Logístico*

TRATAMIENTO BIOLÓGICO				
Recurso o herramienta	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Microorganismos Eficientes (MME - TRSO)	litros	8.000	1,50	12.0000
I.V.A.			12%	1.440
TOTAL				13.440
MUESTREO Y ANÁLISIS DE AGUA				
Corcho térmico	Cantidad	1	7,00	7,00
Recipientes de 4 litros	Cantidad	1	3,50	3,50
Recipientes de farmacia	Cantidad	3	0,60	1,80
GPS	Cantidad	1	250,00	250,00
Bolígrafo	Cantidad	2	0,75	1,50
Etiquetas	Cantidad	7	0,25	1,75

Análisis 1 (col. Fec. y N)	Cantidad	2	51,00	102,00
TOTAL				367,55
SUB TOTAL				12.426,79
IVA 12%				1380,76
TOTAL				13.807,55

Elaborado por: Los autores

CAPÍTULO III. VALORACIÓN DE LA FACTIBILIDAD

3.1. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN TÉCNICA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

La PTAR no está funcionando de manera eficiente, en cuanto a dos parámetros pues las aguas descargadas exceden los límites máximos permisibles, por tal motivo la propuesta pretende disminuir el valor de esos contaminantes y lograr que el agua descargada cumpla con lo estipulado en el TULSMA.

El desarrollo de la propuesta no requiere de construcción alguna, únicamente se necesita agregar Microorganismos Eficientes en las lagunas facultativas y de maduración que permitan disminuir el exceso de nitrógeno total y de coliformes fecales. El desarrollo de dicho tratamiento estará a cargo del Gad Municipal, ya que el funcionamiento y mantenimiento de las lagunas de oxidación es una de sus competencias exclusivas según la Constitución del Ecuador.

3.2. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

El Programa para mejorar de la calidad del efluente de las Lagunas de Oxidación tiene un costo presupuestario de trece mil ochocientos siete dólares con cincuenta y cinco centavos, esta inversión cubre los gastos de las acciones a realizarse en el programa, en relación a los beneficios, son estrictamente de carácter social y ambiental, por lo que no se les puede dar un valor cuantificable, sin embargo, para determinar el análisis de la dimensión económica se realizó el análisis de COSTO-BENEFICIO.

Tabla 10: *Calculo de Relación Costo Beneficio*

Relación Costo- Beneficio				
Tasa de descuento				12%
Número	Inversión	Ingreso	Costos	FNE
0	\$13,807.55	\$75,750.00	\$0.00	-\$13,807.55
1		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
2		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
3		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
4		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
5		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
6		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
7		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
8		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
9		\$75,750.00	\$13,556.00	\$62,194.00
Sumatoria de Ingreso		\$428,004.39		
Sumatoria de Costo			\$64,490.85	
Sumatoria de Cost+Inv.			\$78,298.40	
Costo-Beneficio				5.466323498

Elaborado por: Los autores

El análisis de la relación costo beneficio indica que el programa es rentable, cuando el resultado de la relación costo beneficio es mayor a uno, un proyecto es rentable, en este caso el valor es superior a cinco, por lo que se debe aplicar el programa.

3.3. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

El correcto funcionamiento de las lagunas de oxidación beneficia a todos los Huaquillenses, pues se estará evitando la contaminación del cuerpo de agua receptor, que a su vez evita que las especies marinas ahí encontradas sean afectadas, pues hay personas dedicadas a la pesca y extracción de conchas y cangrejos, que podrán vender un producto libre de contaminantes sin perjudicar la salud de las personas

3.4. ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL DE IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

Con la implementación de la propuesta se busca disminuir de manera biológica el nitrógeno total y las coliformes fecales del agua descargada por la PTAR, pues de esa manera el efluente no contaminará el cuerpo de agua marino, garantizando así el cumplimiento de los límites máximos permisibles establecidos en el TULSMA, que a su vez beneficia a las especies marinas que se encuentran desarrollando en ese medio.

4. CONCLUSIONES

El muestreo del agua residual se realizó en el punto de descarga, se tomaron 4 litros de muestra para llevar a analizar, dando como resultado que el nitrógeno total y las coliformes no cumplían con los límites máximos permisibles que se encuentran establecidos en la tabla 10 del Libro VI, anexo 1 del TULSMA, estos parámetros no sobrepasan lo límites por una cantidad exagerada, es por una cantidad muy pequeña, lo que según el índice de Calidad que se aplicó, indica que la PTAR del cantón Huaquillas tiene una eficiencia del 93%.

Se presume que el exceso de nitrógeno se debe a la propia descomposición de la materia orgánica, debido a que en la ciudad de Huaquillas no se desarrollan actividades de carácter industrial y la agricultura se da en baja escala.

Actualmente las lagunas de oxidación se encuentran bajo supervisión del departamento de obras públicas, el seguimiento ambiental no se ha realizado por desconocimiento de los encargados, tampoco no se recibe algún rubro económico por el servicio de alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

Los microorganismos eficientes se pueden cultivar para tener el producto con una sola inversión, además, la cantidad propuesta abastece para un año de tratamiento de aguas residuales y puede ser utilizada en el tratamiento de desechos sólidos.

5. RECOMENDACIONES

Para mantener en los límites máximos permisibles a los parámetros se recomienda elaborar la respectiva auditoría ambiental, con el fin de cumplir con las responsabilidades ambientales establecidas en el estudio de impacto ambiental tras el licenciamiento, respecto a la actividad desarrollada, pues el incumplimiento provocaría el deterioro ambiental del área.

Para reducir gastos se recomienda cultivar los microorganismos de manera autónoma, de esta manera será suficiente adquirirla una sola, para su posterior producción, esto lo debe realizar una persona especializada en microbiología, con la finalidad de que la reproducción sea exitosa. Se debe designar al departamento competente para la administración de la PTAR con la finalidad de evitar que se repita el abandono de esta, ya que es un servicio que da bienestar a la sociedad, además de evitarse posibles sanciones por incumplimiento.

Durante la visita de campo se observó que existen descargas directas al canal que hace de cuerpo receptor por lo que se podría evidenciar alteración al recurso, se recomienda realizar el respectivo diagnóstico ambiental del cuerpo receptor para mitigar posibles impactos ajenos a las lagunas de oxidación.

Implementar el mecanismo de barreras vivas para disminuir los olores provenientes de la PTAR, se recomienda utilizar especies propias del área, ya establecidas en la línea base ambiental.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Solis Sarita, V. U. (2018, Diciembre). *Researchgate*. From https://www.researchgate.net/publication/329794805_Tratamiento_primario_de_aguas_servidas_mediante_tanque_septico_en_urbanizacion_de_Lurigancho_Lima/link/5c1b0541458515a4c7eb13b9/download
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales d los bosques secos del Ecuador*. Quito.
- Alcívar, L. A. (2015). *DISEÑO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA POBLACIONES NO MAYORES DE 3.000 HABITANTES*. Guayaquil.
- AMARU Bioparque Cuenca. (2019). From [zoobioparqueamaru: http://www.zoobioparqueamaru.com/nuestros-animales/animal.php?Id_Animal=13-gallinazo-negro&Grupo=aves](http://www.zoobioparqueamaru.com/nuestros-animales/animal.php?Id_Animal=13-gallinazo-negro&Grupo=aves)
- Armando, R. H. (2014). *IMTA MX*. From https://www.imta.gob.mx/biblioteca/libros_html/sistemas-de-humedales/files/assets/common/downloads/publication.pdf
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). From https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/propuesta_metodologoi_a_ica-pe.pdf
- Barrenechea, A. (s.f). From http://www.bvsde.paho.org/bvsatr/fulltext/tratamiento/manualI/tomoI/ma1_tomo1_cap1.pdf
- BIOPEdia. (s.f). *Enciclopedia ilustrada de la vida en la Tierra*. From <https://www.biopedia.com/garcilla-bueyera/>
- Calle, J. G. (s.f). *Waste*. From <https://waste.ideal.es/nycticoraxnycticorax.htm>
- Cardenas Calvachi Gloria, A. O. (2013, 6 7). *scielo*. From <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v15n1/v15n1a07.pdf>
- Cardoso, A. M. (2015). Velocidad de evaporacion del agua. *scielo*.
- Carlos Alberto Larios, O. P. (2011). *Uso eficiente del agua*. Comunica.
- Carlos, D. A. (2014). *ustatunja*. From <http://www.ustatunja.edu.co/cong/images/Articulos/-TRATAMIENTO%20DE%20AGUA%20RESIDUAL%20A%20TRAVES%20DE%20HUMEDALES.pdf>
- Chang, J. (sf). *SPOL*. From <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6145/2/Calidad%20de%20Agua%20Unidad%201%2C2%2C3.pdf>
- CONABIO. (s.f). *enciclovida*. From <http://enciclovida.mx/especies/35860>
- Danielo Frenández, M. A. (2019). Passiflora foetida rendimiento y composición nutricional. *scielo*.
- David, S. R. (2014). *Blog Universidad de Castilla La Mancha*. From http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2013/12/9_MedidasPyC_resumen.pdf
- Duque, J. A. (2018). El agua en Cuba: un desafío a la sostenibilidad. *scielo*.
- Edmundo Vanegas, A. G. (2019). Evaluación fitoquímica preliminar del extracto metanólico y etanólico de las flores de Cordia lutea Lam. (Boraginaceae) y su capacidad antioxidante. *scielo*.

- Eduardo Raffo, E. R. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Industrial Data*.
- Empresa Pública Municipal de Turismo, P. C. (2019). *Guayaquil es mi Destino* . From <https://www.guayaquilesmidestino.com/es/aves/acuatica/garcilla-estriada>
- ESPOL. (2019). *Periquito del pacífico*. From Bosque Protector Prosperina: <http://www.bosqueprotector.espol.edu.ec/biodiversidad/periquito-del-pacifico/>
- Fundación Charles Darwin. (2019). *Lista de Especies de Galápagos*. From <https://www.darwinfoundation.org/es/datazone/checklist?species=18478>
- Gallo Mendoza Guillermo, S. H. (2015). *Metodología para la elaboración de diagnósticos ambientales expeditivo y en profundidad*. From Patagonia3mil: <http://www.patagonia3mil.com.ar/wp-content/uploads/documentos2/Metodologia%20para%20la%20elaboracion%20de%20diagnosticos%20ambientales.pdf>
- Hamilton Beltrán, G. V. (2017). Flora y vegetación de la Reserva Nacional de Calipuy, La Libertad. *scielo*.
- HONDUPALMA. (2011). *SNVLA org*. From <http://www.snvla.org/mm/file/Guia%20uso%20de%20agua-web.pdf>
- Huamán, M. E. (2016). *DIVERSIDAD DE LÍQUENES CORTÍCOLAS Y CALIDAD DE AIRE EN EL DISTRITO DE HUANCAYO*. Huancayo-Perú.
- ICESI. (2017). *Torcaza Naguiblanca (Zenaida ariculata)*. From Wiki Aves Colombia.: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Torcaza+Naguiblanca+-+Zenaida+auriculata
- ICESI. (2017). *Tortolita Ecuatoriana (Columbina buckleyi)*. From Wiki Aves Colombia: http://www.icesi.edu.co/wiki_aves_colombia/tiki-index.php?page=Tortolita+Ecuatoriana+-+Columbina+buckleyi
- Johnatan Ruíz, J. G. (2018). Bovinos intoxicados por *Melochia pyramidata* en Colima, México. *scielo*.
- Jonathan Urrutia, A. M. (2017). *Typha latifolia L. (Typhaceae)*, nuevo registro para la flora de Chile. *scielo*.
- Kaufman, K. (s.f). *Guía de Aves de América del Norte* . From National Audubon Society: <https://www.audubon.org/es/guia-de-aves/ave/chotacabras-pauraque>
- Iberto Cutié, R. R. (2015). *Mimosa pudica: una modalidad local de sustancia de abuso*. *scielo*.
- León, C. (2015). *Evaluación de la calidad sanitaria de cuatro playas recreativas en el Noroeste de México*. La Paz.
- Mari, J. (2016). *Flores Comunes de Puerto Rico*.
- Mayanquer merino Nathaly, R. R. (2018). *Repositorio Utmach*. From repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/13207
- Mila Arango Roberta, R. B. (2014, Diciembre). *Redalyc*. From <http://www.redalyc.org/pdf/3605/360535327002.pdf>
- Miranda, L. M. (2018). *Evaluación de la composición mineral de la especie ecuatoriana de Prosopis juliflora de diferente origen geográfico*. Guayaquil.
- Morales, D., Cáceres, E., Zevallos, D., Fernández, J., Mendoza, Z., & Torres, A. (2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de ph en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú. *scielo*.

- NatureGate. (2019). *LuontoPortti*. From <http://www.luontoportti.com/suomi/es/linnut/garza-blanca>
- Oscar Delgado, A. C. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba: Nelson Antequera Durán.
- Ossa, N. C. (2019). *Polla Gris/Common Gallinule/Gallinula galeata*. From Birds Colombia: <https://birdscolombia.com/2019/06/08/polla-gris-common-gallinule-gallinula-galeata/>
- Ponce, J. G. (2016). *DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DE LOS DIFERENTES AMBIENTES DEL CAMPUS DE LA ESPAM “MFL” EN LA COMUNIDAD DE AVES EN LAS DISTINTAS ÉPOCAS DEL AÑO*. Calceta.
- PUCE. (2019). *Aves del Ecuador*. From <https://bioweb.bio/faunaweb/avesweb/FichaEspecie/Glaucidium%20peruanum>
- ROC. (2018). *Rayadito*. From [redobservadores: https://www.redobservadores.cl/?dslc_downloads=rayadito](https://www.redobservadores.cl/?dslc_downloads=rayadito)
- Romero Lopez Teresita, V. M. (2017, 9). *Scielo*. From http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382017000300008
- Rosario, F. Y. (2015, Noviembre 10). *Redalyc*. From <http://www.redalyc.org/pdf/3217/321744162013.pdf>
- Rosero, R. A. (2018). Producción de forraje y calidad nutricional del pasto angleton climacuna (*Dichanthium annulatum-Forssk-Stapf*) para la producción de heno en La Dorada (Caldas). *scielo*.
- Roxana Murillo, D. M. (2014). Contenido de ácidos grasos de las partes aéreas de *Portulaca oleracea* L. que crecen en Cuba. *CENIC*.
- Rubio C, G. W. (2007). El zinc: oligoelemento esencial. *scielo*.
- Salazar, R. (2018). *Determinación de seropositividad de Newcastle y los factores de riesgo en aves acuáticas silvestres en tres sitios de la región andina*. Quito.
- Salinas, B. (2019). *CARACTERIZACIÓN ANATÓMICA DE LA MADERA DE CINCO ESPECIES COMERCIALES DEL SECTOR LA COLONIA SIMÓN BOLÍVAR, CANTÓN SANTA CLARA, PROVINCIA DE PASTAZA*. Ribamba.
- Sanchez Palencia Yolanda, O. J. (2015). From <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/12058/Origen.pdf?sequence=2>
- Sara Aguirre, Miqueas Vargas, Migumi Zerón, Milda Cruz y Stive Flores. (2018). ratamiento primario de aguas servidas mediante tanque séptico en urbanización de Lurigancho, Lima. *Ciencia, Tecnología y Desarrollo*.
- Segundo Leiva, E. R. (2018). Flora y fauna del complejo arqueológico El Brujo, Ascope, región La Libertad, Perú. *scielo*.
- Suslebys Salomón, O. L. (2011). Desarrollo de una tecnología para la obtención de extracto acuoso de *Momordica charantia* L. *scielo*.
- Torrellas, R. (2013, Agosto 13). From <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/5646/7188>
- UICN. (s.f). *Especies para restauración*. From http://www.especiesrestauracion-uicn.org/data_especie.php?sp_name=Parkinsonia%20aculeata
- Vera, M. I. (s.f). From <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/6161/2/GRASASYACEITES.doc>

Yáñez, F. (s.f). *Lagunas de Estabilización*. Lima.

Yanez, F. (s.f.). *bvsde*. From <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsacd/scan2/05862/05862-13.pdf>

Zoila, V. C. (2009). *Redalyc*. From <https://www.redalyc.org/pdf/440/44015082010.pdf>

7. ANEXOS

ANEXO 1: Desarenador de la PTAR



ANEXO 2: *Estación de bombeo de la PTAR*



ANEXO 3: *Canal de distribución del agua Residual.*

ANEXO 4: *Muros para disminuir la fuerza del agua*



ANEXO 5: Medición del caudal



ANEXO 6: Entrada del agua residual a la primera Laguna Facultativa

ANEXO 7: Segunda Laguna Facultativa



ANEXO 8: Identificando especies de fauna



ANEXO 9: Entrada al punto de descarga



ANEXO 10: *Primera muestra obtenida.*



ANEXO 11: *Medición de las lagunas de oxidación*



ANEXO 12: Oficio dirigido al Alcalde del GAD Huaquillas para el ingreso a la PTAR.

Huaquillas, Miércoles 12 de junio del 2019

Econ. Alberto Astudillo Castro
Alcalde del Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón Huaquillas

Presente. –

Reciba un cordial saludo, expresamos éxito en sus actividades diarias como representante del cantón en su posición de Alcalde del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal de Huaquillas, nos dirigimos hacia usted para solicitar de la manera mas cordial se nos permita realizar prácticas de carácter académico en las lagunas de estabilización de la ciudad, con el fin de desarrollar nuestro proyecto de titulación de grado en la Universidad Técnica de Machala en la carrera de Gestión Ambiental con el tópico "Diagnostico ambiental de las lagunas de estabilización y planteamiento de medidas en el cantón Huaquillas, 2019. En el periodo comprendido desde el 17 de Junio del 2019 hasta el 26 de Julio del 2019.

Adjuntamos cronograma de actividades y documentos de verificación.

Agradecemos la gentileza de su atención.

Atentamente,

Calero Riofrío Selena Lisseth

C.I. 0706644713

Nº Cel. 0993881222

Villalta Ojeda Wilian Mauricio

C.I. 2100420344

Nº Cel. 0985603551



ANEXO 13: Resultado del Análisis de agua de la PTAR (anverso)

ANEXO 14: Resultado del Análisis de agua de la PTAR (reverso)

d



INFORME DE ENSAYOS

N° 77817-1



7781708052019000000 Icajape

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

VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO
Representante Legal: VILLALTA OJEDA WILIAN MAURICIO
Dirección: Cda. Rizos del Mar, Tel. 0985603551
Atención : Ing. Wilian Villalta

Guayaquil, 19 DE AGOSTO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2019/08/05 / 06:45 / Lagunas de oxidación de Huaquillas
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2019/08/05 / 17:15
Punto e Identificación de la Muestra:	Área de descarga
Matriz de la muestra:	Agua Residual
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo:	CLIENTE / CLIENTE / Simple
Duración de Muestreo:	
Coordenadas Geográficas:	9617491 17M0586480
Norma Técnica de muestreo:	No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: OBO, 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.

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

MC2201-14

Página 2 de 2