

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN
LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS
PRESENTES EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE
LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Osorio Santamaria, Ennis

ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ

2022

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Modelación, análisis, y control de la contaminación ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2018-2019)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74566212

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cuba Tello, María Vanessa	Magister en gestión integrada en seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.	41273158	0000-0002-1799-3542
2	Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46378040	0000-0002-3013-8532
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo-microbiologo	21257549	0000-0001-5596-0445

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 19:15 horas del día 27 del mes de mayo del año 2022, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

- Mg. María Vanessa Cuba Tello (Presidente)
- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1030-2022-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: "**IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021**", presentado por el (la) Bach. **Ennis OSORIO SANTAMARIA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de **BUENO** (Art. 47)

Siendo las 20:17 horas del día 27 del mes de mayo del año 2022, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de investigación a mi padre amado Dios, por haberme dado una vida sana, por haberme acompañado en los momentos difíciles, por haberme ayudado a lo largo de mi estudio y permitido llegar a terminar mi carrera profesional de ingeniería ambiental.

A mi padre, José Osorio Pardo por sus consejos de seguir luchando por mis objetivos y por su apoyo a lo largo de mi formación profesional.

A mi madre Hilaria Santamaría Pillco por su cariño e inmenso amor que me da todos los días de mi vida.

A mi hija, Marsha Aracelly Osorio Doroteo por darme las fuerzas de seguir luchando día a día.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por estar siempre conmigo y guiarme por buenos caminos todos los días de mi vida.

A mi padre, por sus conocimientos compartidas conmigo, por ser una persona como un modelo a seguir, y por su ayuda con los recursos económicos a lo largo de mis estudios.

A mi madre, por su cariño incondicional y por estar siempre conmigo en los momentos más difíciles de mi vida.

A los docentes en general por compartir conocimiento, por sus enseñanzas por sus consejos que día a día te levanta las ganas de luchar por lograr muchos objetivos.

A los profesionales de la Universidad de Huánuco (UDH), facultad de Ingeniería Ambiental, por compartir sus conocimientos durante los 5 años de mi formación profesional.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
RESUME	x
INTRODUCCIÓN	xi
CAPITULO I	13
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. Descripción del problema	13
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivo general	16
1.4. Objetivos específicos	16
1.5. Justificación de la investigación	16
1.6. Limitaciones de la investigación	18
1.7. Viabilidad de la investigación	18
CAPITULO II	20
2. MARCO TEORICO	20
2.1. Antecedentes de la investigación	20
2.1.1. Antecedentes internacionales:	20
2.1.2. Antecedentes Nacionales:	25
2.1.3. Antecedentes Locales:	28
2.2. Bases teóricas	30
2.2.1. Marco legal	30
2.2.2. Norma sobre Calidad del recurso Agua:	30
2.2.3. Calidad de agua para consumo humano	32
2.2.4. El Agua	38
2.2.5. Calidad del Agua	39
2.2.6. Contaminación del recurso hídrico	39

2.2.7.	Verificación de la calidad de los recursos hídricos.....	40
2.2.8.	Calidad microbiológica del agua	41
2.2.9.	Bacterias.....	42
2.2.10.	Coliformes Totales	43
2.2.11.	Coliformes fecales	43
2.2.12.	Procesos de Oxidación Avanzada	44
2.2.13.	Depuración de aguas contaminadas.....	45
2.2.14.	Desinfección	46
2.2.15.	Radiación UV	47
2.2.16.	Rayos UV y la efectividad en el agua	48
2.2.17.	Propiedades desinfectantes de la radiación solar.....	49
2.2.18.	Variables que afectan el proceso de desinfección	51
2.2.19.	Proceso combinado (Ozono / peróxido de hidrogeno).....	51
2.2.20.	Proceso combinado con Ozono y UV	52
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	54
2.4.	Hipótesis	55
2.4.1.	Hipótesis General	55
2.4.2.	Hipótesis específica	56
2.5.	Variables e indicadores	56
2.5.1.	Variable independiente	56
2.5.2.	Variable dependiente	56
2.6.	Operacionalización de variables	57
CAPÍTULO III.....		58
3.	MARCO METODOLOGICO.....	58
3.1.	Tipo de investigación.....	58
3.1.1.	Enfoque de la investigación	58
3.1.2.	Alcance o nivel de investigación	58
3.1.3.	Diseño de la Investigación:	58
3.2.	Población y muestra.....	59
3.2.1.	Población	59
3.2.2.	Muestra.....	59
3.3.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	60
3.3.1.	Muestras para desinfección de Coliformes Totales y Termotolerantes mediante el Módulo de Oxidación Avanzada.	60

3.3.2. Técnicas para presentación de datos:	63
3.3.3. Análisis e interpretación de datos	64
CAPÍTULO IV.....	66
4. RESULTADOS	66
4.1. Procesamiento de datos.....	66
4.2. Contrastación de la hipótesis	72
CAPITULO V.....	75
5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	75
5.1. Contrastación de resultados.....	75
CONCLUSIÓN	85
RECOMENDACIÓN.....	87
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	88
ANEXOS	93

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites Máximos Permisibles para Parámetros Microbiológicos ...	33
Tabla 2. Cuadro de Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica.....	34
Tabla 3. Categoría 1: Poblacional y Recreacional	35
Tabla 4. Cuadro de Técnicas de Oxidación Avanzada más Utilizada	45
Tabla 5. Cuadro de Bandas, Longitud de onda, Frecuencia y Energía del Espectro Electromagnético.	48
Tabla 6. Cuadro de los Puntos de Afluente y Efluente de la Laguna Querococha	60
Tabla 7. Parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada. 66	
Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos en el efluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada. 68	
Tabla 9. Concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada. 69	
Tabla 10. Concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada. 71	
Tabla 11. Prueba de normalidad para evaluar los datos recolectados de la concentración microbiana	72
Tabla 12. ANOVA con un factor inter sujetos en el afluente	73
Tabla 13. ANOVA con un factor inter sujetos en el efluente	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Prueba presuntiva y prueba para diferenciación de coliforme fecal	43
Figura 2. Concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.	70
Figura 3. Concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.	71

RESUMEN

El presente estudio de investigación tuvo como objetivo determinar la efectividad del Módulo de oxidación Avanzada en la reducción de patógenos microbiológicos y evaluar la concentración microbiana del agua superficial de la laguna Querococha, Localidad de Llacsá, Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco - 2021. El proyecto de oxidación pertenece al Método de Procesos de Oxidación Avanzada (POAs), lo cual su propósito de las POAs es mejorar la calidad de los recursos hídricos contaminadas por patógenos microbiológicos como son los coliformes Totales y Termotolerantes. En el proyecto de investigación, se logró obtener resultados diferentes tanto para afluente como para efluente de la laguna Querococha, el estudio se llevó a cabo en cuatro tiempos de tratamiento diferente, durante los 15min., 30min., 45min. y 60 minutos, obteniendo así resultados variados y a mayor tiempo de tratamiento los datos iban disminuyendo favorablemente, los resultados para afluente, se ha encontrado que el Módulo de Oxidación Avanzada aplicando (Ozono y UV) es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos, y se constató que a un tiempo de 60 minutos la planta piloto del Módulo de Oxidación Avanzada redujo al 100% la presencia de patógenos microbiológicos (Coliformes Totales y Termotolerantes) del afluente superficial de la laguna Querococha, pero no resultó efectivo en el efluente de la laguna Querococha. Llegando a la conclusión que el Módulo de Oxidación Avanzada aplicando el Ozono y UV, es efectivo en la reducción de concentración de microorganismo presentes en el afluente de la laguna Querococha ya que cumple con los parámetros establecidos en el Límite Máximo Permisible (LMP) del D.S. N° 031-2010-SA. (Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano), y es apto para consumo humano. Pero no resultó efectivo cuando se trata del efluente ya que incumple los parámetros indicados en el reglamento D.S N° 031-2010-SA.

RESUME

The present research study, whose objective is to determine the effectiveness of the Advanced Oxidation Module in the reduction of microbiological pathogens, to evaluate the microbial concentration and to describe the physicochemical parameters of the influent and effluent after the surface water treatment of the Querococha lagoon, Locality of Llacsá, District of Santa María del Valle, Huánuco Region - 2021. The oxidation project belongs to the Advanced Oxidation Processes Method (POAs), whose purpose of the POAs is to improve the quality of water resources contaminated by microbiological pathogens such as They are total and thermotolerant coliforms. In the research project, it was possible to obtain different results for both the influent and the effluent of the Querococha lagoon, the study was carried out in four different treatment times, during 15 min., 30 min., 45 min., and 60 minutes, thus obtaining varied results and longer treatment time the data were decreasing favorably, the results for tributary, it has been found that the Advanced Oxidation Module applied (Ozone and UV) is effective in reducing the concentration of microorganisms, it was found that at a time of 60 minutes the pilot plant of the Advanced Oxidation Module reduced by 100% the presence of microbiological pathogens (Total and Thermotolerant Coliforms) of the superficial tributary of the Querococha lagoon, but it was not effective in the effluent of the Querococha lagoon. Concluding that the Advanced Oxidation Module applying Ozone and UV is effective in reducing the concentration of microorganisms present in the tributary of the Querococha lagoon since it complies with the parameters established in the Maximum Permissible Limit (LMP) of D.S. No. 031-2010-SA. (Regulation of the Quality of Water for Human Consumption), and is suitable for human consumption. But it was not effective when it comes to the effluent since it does not comply with the parameters indicated in the regulation D.S N ° 031-2010-SA.

INTRODUCCIÓN

A lo largo de las últimas décadas, la contaminación se ha incrementado en gran medida a nivel mundial, provocando graves problemas en el agua, se ha convertido en una gran amenaza para la salud y el desarrollo de la calidad de vida del ser humano, medioambiental y económico. Por esto, se han comenzado a implementar diferentes métodos para la purificación del recurso hídrico, de modo que se ha requerido de procesos eficaces para reducir o eliminar contaminantes presentes en el agua. Los procesos habitualmente usados para la desinfección del agua, han sido los procesos biológicos, los físicos o los tratamientos químicos que son las más comunes. A pesar de su uso habitual, en algunos casos, estos métodos no han resultado eficaces para lograr el grado de pureza necesario. Por lo cual, ha surgido la necesidad de nuevas tecnologías y procesos emergentes de descontaminación de aguas. Estos nuevos procesos se han llamado procesos de oxidación Avanzada (POAs o AOPs), usadas individual o conjuntamente con los procesos convencionales. En la actualidad hay muchos sistemas de tratamiento, generalmente el sistema convencional se ha aplicado a lo largo de muchos años, las características de estos sistemas tienen su pro y su contra como tratamiento de una fuente de agua. Las plantas convencionales actualmente su construcción, operación y mantenimiento son muy caras, además requieren de profesionales calificados para su ejecución. La efectividad de las plantas convencionales no garantiza la degradación total en tratamiento de recursos hídricos residuales como es en el caso de los contaminantes orgánicos suspendidos. Los POAs utilizando la radiación UV (solar y artificial), ahora mismo son los únicos procesos como solución ya que estos poseen la potencialidad para transformar aguas contaminadas, por eso es necesario realizar la investigación y ejecutar para ver cuánto influye la radiación en descontaminación de aguas superficiales.

Actualmente el 90% de la población de la localidad de Llacsá se dedica a la agricultura, donde hace el uso de productos químicos como plaguicidas, herbicidas, fungicidas e insecticidas, son sustancias que utilizan para proteger a las plantas contra las plagas, destruir malas hierbas, evitar ciertas

enfermedades y para acabar con insectos nocivos, estos productos químicos llegan a los cuerpos naturales del agua de la laguna Querococha, esto debido a los diferentes cambios climáticos que se presenta en la zona. Por otro lado, la zona donde se va realizar el estudio, tiene un sistema de potabilización de agua superficial, que abastece a una cierta cantidad de personas que habitan en la localidad de Llacsá, pero existe más de un centenar de pobladores que no recibe agua potable y que han tenido la necesidad de tener una fuente de abastecimiento de agua del río que nace de Laguna Querococha. Estas aguas utilizadas por las poblaciones en forma directa e indirecta, sin un parámetro de calidad, ponen en peligro la salubridad de las familias, principalmente de los niños de la localidad de Llacsá, ellos son los más vulnerables, ya que estas pueden estar contaminadas y pueden ser causantes de grandes efectos agudos o crónicos. También esta fuente puede estar contaminada por patógenos microbiológicos y estas pueden acarrear diferentes graves problemas a los niños de la localidad de Llacsá.

En el presente estudio, se empleará el método de procesos de oxidación avanzada POAs y se investigará la reducción de concentración de microorganismos presentes en el afluente y efluente del agua superficial de la laguna Querococha mediante el módulo de oxidación avanzada aplicando Ozono y UV.

CAPITULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

El recurso hídrico, es una fuente vital e indispensable para la vida, se encuentra en gran cantidad en el planeta y son difíciles de identificar y medir debido a su cantidad, el agua en general de ríos lagos y lagunas se encuentra en diferentes estados y cumple la función del ciclo hidrológico lo cual esto permite los siguientes procesos de fluir, evaporarse, condensarse, congelarse y hasta filtrarse. El abastecimiento del recurso hídrico se ha incrementado a nivel mundial debido a que las personas realizan diferentes actividades y estas se encuentran relacionados con procesos que involucran al recurso hídrico. La agricultura, la construcción y otro tipo de grandes fábricas usan en grandes cantidades el recurso hídrico.

Las actividades de gestión ambiental de las fuentes de agua dependen mucho del manejo adecuado de diferentes contaminantes que se encuentran en ellas y de la misma forma ejecutar tratamiento acorde a los parámetros establecidos en la normativa ya que estas no actúan independientemente, sino que se tiene que realizar una gestión adecuada por las entidades responsables.

Actualmente la contaminación del agua representa la principal causa de diferentes enfermedades y hasta inclusive causan muertes prematuras, también degrada los ecosistemas de la tierra, por tanto, es un problema sustancial que va depender muchísimo de la gestión adecuada y de no ejecutarse conllevara una carga mundial de enfermedades mayormente que atacaran la salud de los niños.

El efecto de los diferentes micro contaminantes que se encuentra en el ambiente va depender mucho de los diferentes factores como su concentración, su persistencia o la bioacumulación, por eso es fundamental resaltar que hay sustancias en el medio que sufren

diferentes cambios a metabolitos u otros subproductos con más riesgo de lo que se obtuvo en su compuesto original. Una de las alternativas en la actualidad para realizar tratamientos de aguas contaminadas es el avance en el estudio de los procesos de oxidación Avanzada POAs, esto seguramente que a un futuro será uno de los sistemas más utilizados a nivel mundial ya que hasta ahora es un recurso tecnológico eficiente en reducir grados de contaminación de fuentes de agua.

En los POAs se aplica diferentes métodos de oxidación es así que involucran a diferentes especies de oxidación, la formación de los radicales hidroxilos es importante en la purificación de agua ya que esta actúa como agente oxidante.

Por otro lado, generalmente el radical hidroxilo hace que su mecanismo de acción básicamente va depender mucho de la interacción de los contaminantes con el radical hidroxilo por medio de los procesos de adición y extracción de hidrogeno, obteniendo así un radical focalizado en el carbono, posterior al resultado obtenido también reacciona con el oxígeno molecular para llegar a obtener un radical peróxido.

Actualmente el 90% de la población de la localidad de Llacsá se dedica a la agricultura, donde hace el uso de productos químicos como plaguicidas, herbicidas, fungicidas e insecticidas, son sustancias que utilizan para proteger a las plantas contra las plagas, destruir malas hierbas, evitar ciertas enfermedades y para acabar con insectos nocivos, estos productos químicos llegan a los cuerpos naturales del agua de la laguna Querococha, esto debido a los diferentes cambios climáticos que se presenta en la zona. Por otro lado, el Centro Poblado San Miguel de Llacsá cuenta con sistema de agua potable, que abastece a un número de habitantes de la parte más poblada de la localidad. Pero existe más de un centenar de pobladores que no recibe agua potable y que han tenido la necesidad de tener una fuente de abastecimiento de agua del río que nace de Laguna Querococha. Estas aguas utilizadas por las poblaciones en forma directa e indirecta, sin un parámetro de calidad, esto ponen en un riesgo grave la salud de las familias, principalmente de los niños habitantes de la zona, que son los más vulnerables, ya que

estas pueden estar contaminadas y pueden ser causantes de grandes efectos agudos o crónicos. También esta fuente puede estar contaminada por patógenos microbiológicos y estas, a medida que pasa el tiempo y se sigue abasteciendo de dicha fuente pueden acarrear problemas graves a la salud de las personas, animales y el deterioro del ecosistema de la tierra. En una visita que se realizó al ámbito considerado para la investigación, se pudo notar que se desconoce el grado de contaminación por patógenos microbiológicos del agua superficial de la laguna Querococha, además indicar que, la población de la localidad de Llacsá consume el agua resultante de la laguna Querococha. Por este motivo se plantea realizar el estudio de investigación titulada “Implementación del módulo de oxidación avanzada en la reducción de concentración de microorganismos presentes en la laguna Querococha localidad de Llacsá, Santa María del Valle - Huánuco 2021”

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es la efectividad del Módulo de Oxidación Avanzada en la reducción de la concentración de microorganismos presentes en la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco - 2021?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021?

¿Cuál es la concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021?

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del afluente de la laguna Querococha después del tratamiento con el Módulo de Oxidación Avanzada?

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del efluente de la laguna Querococha después del tratamiento con el Módulo de oxidación avanzada?

1.3. Objetivo general

Determinar la efectividad del Módulo de Oxidación Avanzada en la reducción de concentración de microorganismos presentes en la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

1.4. Objetivos específicos

Evaluar la concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

Analizar la concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

Describir los parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

Describir los parámetros fisicoquímicos en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

1.5. Justificación de la investigación

El estudio de la investigación se justifica por lo siguiente:

- **A nivel teórico**

La investigación se realiza dada la problemática que la población del Centro Poblado San Miguel de Llacsá tienen contacto directo de forma frecuente con esta agua de la laguna, lo utilizan como consumo humano,

esto puede generar altos costos económicos al tratamiento para combatir la enfermedad y también se pueda dar casos más graves que puede ocasionar la muerte a la persona.

Teniendo gran relevancia teórica, de una u otra forma servirá de mucho para los profesionales de Ingeniería Ambiental, siendo que se aplicará el módulo de oxidación avanzada en la reducción de microorganismos del agua de la laguna Querococha.

Por otro lado actualmente in situ no se hizo ningún tipo de estudio de la desinfección de patógenos microbiológicos, en vista a eso y a los problemas mencionados, se desarrolló en coordinación con las autoridades de dicha localidad y de la misma forma según resultados obtenidos y realizado el estudio general, se informara a la población y a la entidad competente (puesto de salud y otros) sobre el estudio de un módulo de oxidación avanzada en la reducción de microorganismos del agua de la laguna Querococha, para que en vista a los resultados obtenidos se tome la decisión de hacer un tratamiento adecuado.

- **A nivel metodológico**

El presente estudio quedará como un aporte para que las autoridades y las entidades involucradas tomen las medidas adecuadas y realicen el tratamiento del agua de la Laguna Querococha ya que la población de Llacsá lo usa para consumo humano. Asimismo, quedara como antecedente para los posteriores estudios.

- **A nivel social**

El presente estudio es de relevancia social ya que beneficia directamente a la población de San Miguel de Llacsá, dado que al conocer los resultados del estudio de un módulo de oxidación avanzada en reducción de microorganismos del agua de la laguna Querococha, se podrá establecer diferentes alternativas de solución para mejorar y realizar la gestiones adecuadas de fuentes de agua superficial y así

perfeccionar la calidad de vida poblacional, sin la necesidad de poner en riesgo el sistema ambiental, ni la salud de las personas.

1.6. Limitaciones de la investigación

En el presente proyecto se presentan limitaciones en relación al costo económico siendo que no se cuenta con financiamiento externo, los gastos necesarios serán responsable del propio investigador. Para realizar la actividad de recopilación y realizar trabajos de campo se tuvo que realizar el viaje por la siguiente ruta:

La ruta para poder llegar a la zona del estudio que se encuentra en el Centro Poblado San Miguel de Llacsa, lo cual se tuvo que viajar desde Huánuco por una carretera afirmada que se encuentra en estado regular haciendo un tiempo de 4 horas y media, mencionar como referencia que por dicha ruta se tuvo que pasar localidades de Santiago de Llacón y San Felipe. Para llevar a cabo la investigación, se tuvo que viajar constantemente desde Huánuco.

1.7. Viabilidad de la investigación

El estudio de investigación es viable por lo siguiente:

- **Viabilidad Operativa**

La presente investigación es viable operativamente, tanto así que para el proceso del desarrollo del proyecto de investigación se va contar con profesionales de alto conocimiento y capacitado en el área, ya que de esa forma permitirá una mejor precisión teórica y práctica en los resultados a obtener.

- **Viabilidad Técnica**

Para la formulación, evaluación y ejecución del estudio de investigación, se cuenta con diferentes métodos para la etapa de recolección de datos, muestras y para llevar a cabo el proyecto de acuerdo al tiempo planificado.

- **Viabilidad Económica**

El estudio de la investigación es viable en el aspecto económico, pues de acuerdo a lo cotizado para llevar a cabo el proyecto el investigador cuenta con recursos necesarios para ejecutar y culminar satisfactoriamente respetando el costo, calidad y tiempo planificado.

- **Viabilidad social**

Se cuenta con participación de autoridades de las zonas involucradas en el proyecto:

El presidente y demás autoridades de la localidad de San Miguel de Llacsá, y con la Junta Administrativa de Servicio y Saneamiento de la Administración Técnica Municipal (ATM) del Distrito de S.M. del Valle.

Información secundaria; Se cuenta también con disponibilidad de diferentes fuentes de información secundaria de mucha relevancia con el proyecto de investigación, se cuenta con libros, internet, artículos científicos revista entre otros.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales:

Pelayo, (2018) Escuela Técnica Superior de Ingeniero, Cantabria, en su investigación titulada “Procesos de Oxidación Avanzada: Avances Recientes y Tendencias Futuras” tuvo como objetivo investigar y analizar las tendencias futuras de los procesos de oxidación Avanzada PAOs, también de la misma forma realizar mejoras para que este tipo de tecnologías su campo de aplicación sea a mayor escala y se consiga la efectividad en la descontaminación de aguas. La metodología usada se basó en métodos no fotoquímicos como la aplicación de Ozono que está considerado como uno de los equipos más oxidantes para eliminar sustancias presentes en el agua. métodos fotoquímicos como los rayos UV y el peróxido de hidrogeno (H_2O_2) cuyo proceso de combinación de estos oxidantes genera una rotura fotolítica del peróxido en 2 radicales hidroxilos. Donde se determinó los siguientes resultados, Las principales tendencias observadas en el recorrido de los AOPs han sido los procesos híbridos, la preparación de nanomateriales y el vicisitud de las fuentes de fuerza y de radiación, El crecimiento de los procesos híbridos o la combinación de procesos de oxidación Avanzada individual, se ha preciso a la rectificación de la eficiencia de mineralización de los contaminantes, incluso de la reducción de los problemas de los procesos individuales, el ingreso de los nanomateriales en los AOPs es debida a las propiedades únicas de ellos y las grandes ventajas que le confieren a los procesos, logrando una dicho eficacia con mínima ceremonia. Por otra noticia, se encuentran las modificaciones en las fuentes energéticas. Los procesos asistidos con otras fuentes de vehemencia, como ultrasonidos o microondas, se prevén con buenas perspectivas, ya que son capaces de crecer la elaboración de extremado hidroxilo y gestar peróxido de hidrógeno in situ, reduciendo así el símbolo de reactivos y

los costes. En las tecnologías fotoquímicas, la nueva estría es el usufructo de diferentes fuentes de radiación, como son los dispositivos LED, los paneles fotovoltaicos o el bebiestrujo de los dos. Y llega a la exposición que, hay buenas perspectivas futuras para los procesos asistidos con ultrasonidos a escala comercial y planta aviador, ya que podría agigantar la consecución de radicales hidroxilos.

Tibaduiza, (2014) Universidad Libre, Bogotá en su pesquisa titulada “Depuración de Aguas Contaminadas por Escherichia Coli y Salmonella mediante Radiación UV” donde el equitativo fue Evaluar la efectividad de la descontaminación por radiación UV para Escherichia Coli y Salmonella presentes en posibilidad acuosa. La metodología que se ha aplicado para la investigación se originó en base al documento del Standrad Methods for the examination of Water and Wastewater (American Public Health Association, 2012). Se llevó a cabo la técnica más fácil que es filtración por membrana donde realizó la siembra directa de un medio de cultivo para identificar las colonias de bacterias, también tiene la facilidad de arrojar resultados más rápidos y precisos que el método de tubos múltiples, aunque este último presenta una limitación a la hora de tener una alta turbidez, la cual afecta la procedencia de gran digito de partículas que alcanzan a no dejar pasar el agua por medio del filtro. La población y muestra del estudio fue el agua de consumo humano de las viviendas campesinas, donde se usó 600 ml de agua en el catalizador. Obteniendo como resultado experimental que se puede corroborar que la avería de patógenos microbiológicos a una temperatura uniforme y en un ámbito entregado sigue una forma de primer orden, es decir a medida que más aumente el tiempo de exposición presente un descenso exponencial de la cantidad de patógenos microbiológicos, la muerte básicamente se debe a la inactivación de la estructura de las bacterias. El proyecto concluye que los experimentos para la inactivación de Escherichia Coli y Salmonella, el proceso de inactivación mediante la radiación solar se da a un tiempo de 10 horas de exposición, donde llega a inactivar no la totalidad sino que alcanza el 94% y 97% respectivamente, el análisis se ha determinado a un pH neutro y

levemente alcalino, donde influyo bastante en la inactivación de bacterias, del análisis realizado se puede explicar que la exposición del agua a la radiación solar hace que estimula la producción de radicales OH, siendo estos una especie o agente oxidante más fuerte que ha contribuido en la eliminación de patógenos microbiológicas presentes en el agua (Tibaduiza, 2014).

Teran, (2016) Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, en su estudio de investigación titulada “Análisis de la Aplicación de POAs a Aguas Contaminadas” tuvo como objetivo analizar las condiciones favorables de la actividad para mineralizar el contaminante y los subproductos mediante el TOC. Determinar la diferencia de tratamiento con Foto Fenton y Fenton en un reactor de laboratorio de 2 litros y una planta piloto de 12 litros. La metodología consiste en métodos analíticos, para el seguimiento de la reacción el espectro UV visible para precisar el grado de concentración de peróxido de hidrogeno, conjuntamente con vanadato amónico en un ambiente acido porque es una dialéctica selectiva, el HCPL para contar el conjunto de la agrupación de Sulfaquinoxalina sodio, porque debido a la radiación UV se produjeron muchas alteraciones. Métodos experimentales: el método practico usado para desempeñarse los diferentes estudios, con resonancia para purificar 2 litros de muestra y la otra en elegancia planta piloto, donde se cuenta con reactor y cisterna pulmón que permite realizar el proceso con volumen de 12 litros. Obteniendo así del reactor de laboratorio de 2 litros de la planta piloto de volumen 12 litros, para corroborar lo obtenido, debido a la limitación del tiempo no ha sido tan viable realizar los duplicados del experimento. En los estudios realizados en planta piloto con la aplicación de radiación UV solo se ha tomado en cuenta la ausencia y presencia del peróxido de hidrogeno. Concluyendo así que el experimento desarrollado en este estudio permite el análisis de la degradación de la Sulfaquinoxalina mediante las POAs Fenton y foto Fenton. También se llevó a cabo indicando que el estudio facilitara el proceso de tratamiento del antibiótico como contaminante en recursos hídricos, y por último se ha logrado establecer un protocolo para llevar a

cabo el estudio con el objetivo de reducir impactos ambientales, reduciendo el consumo de agua y energía.

Moreno, (2015) México en su paño diplomado “Procedimiento para La Desinfección de Agua Mediante Radiación UV” cuyo imparcial fue trazar y cautivar un reactor de bajo pasión radiactiva a escala banco en la descontaminación de agua mediante fotocátalisis, con una diastasa entumido de dióxido de titanio de fresco origen y empleando como fuente de radiación al empaque de la energía solar. La metodología usada fue, el método usado para la desinfección del agua fue el proceso oxidativo denominado fotocátalisis solar, la población y muestra del estudio estuvo conformado por agua potabilizada 3,75 litros de agua, el instrumento usado fue un reactor de placa plana catalizador inmovilizado dentro del reactor especialmente para contener muestras, sellador de muestras para coliert propiedad del IMTA. Llegando a los Resultados de los dos procedimientos para la desinfección de Coliformes totales. Cuando el dióxido de titanio entra en contacto con el agua y se irradia mediante longitud de onda por debajo de 400 nm, se forma diferentes especies oxidantes, entre ellas el radical hidroxilo, que causan daños fatales a los microorganismos y mueren en consecuencia. Para la radiación solar, el efecto conjunto del aumento de la temperatura por parte del infrarrojo y la radiación del ultravioleta cercano, promueven la agrupación de uniones entre nucleótidos, creando moléculas dobles, que impiden la duplicación del DNA y RNA; y por lo tanto se inactivan las bacterias, la desinfección no fotocatalizada muestra una reducción de Coliformes totales del orden del 99.99% de efectividad cuando la radiación alcanza los 15 KJ7L: Para el caso de la desinfección mediante fotocátalisis solar, hubo una remoción del 95.00% de bacterias Coliformes totales a la misma energía acumulada. La desinfección mediante fotocátalisis solar llega a alcanzar una reducción de bacterias del orden de 99.91% cuando la energía acumulada fue de 30KJ/L. y concluye que el diseñó de un reactor de bajo flujo radiactivo para trabajar específicamente con un catalizador de reciente creación, con el objetivo de eliminar bacterias en el recurso hídrico para consumo humano. Posteriormente fue construido y

caracterizado de forma óptica para aplicaciones foto catalíticas. El prototipo mostro una alta eficiencia óptica, es decir, que la incidencia de la energía dentro del reactor en relación a la energía incidente, fue alta. Se evaluó que el catalizador es de fácil operación y mantenimiento con muchas posibilidades de escalamiento.

Gonzales, (2019) Universidad de Concepción, Chile en su investigación titulada “Evaluar la influencia de un Sistema UV para Desinfección de un Efluente que proviene de un Humedal Construido” cuyo objetivo fue Determinar la eliminación de microorganismos patógenos por sistema UV en Piloto Hualqui, a diferentes concentraciones de SST y estaciones del año, Comparar la eliminación de microorganismos patógenos con otros sistemas UV instalados en la región. La metodología fue usar una planta piloto donde esta planta piloto se constituye de 6 HFSSH, los cuales se denominan como celdas de humedales. A esta planta se encuentra anexo el sistema de radiación UV. El afluente utilizado en este estudio corresponde a la mezcla del agua tratada mediante las 6 celdas de humedales y el efluente corresponderá a la salida del sistema UV. La población y muestra de estudio fue una Mezcla de agua tratada mediante las 6 celdas humedales, se recolectaron 12 muestras de agua, correspondiendo 4 muestras a estación de invierno, 4 muestras a estación de primavera y 4 muestras a estación de verano. Para lo cual se usó el instrumento un sistema UV a escala piloto ubicado en PTAS de la comuna de Hualqui y un Reactor UV. Llegando al resultado que la Caracterización del efluente del humedal construido Dentro de los parámetros *in situ* se encontraron valores de pH entre 7,1 y 7,6 cercanos al neutro (7,0) en las distintas estaciones del año, manteniendo esta característica durante su paso por el HFSSH encontrándose dentro de los rangos (6,5 - 8.5). La temperatura se condiciona principalmente por las características de cada estación estudiada, siendo propias a la zona en donde se encuentra el sistema piloto variando entre $11,6 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$ en invierno y $20,3 \pm 1,7^{\circ}\text{C}$ en verano. Similares valores ($15,5^{\circ}\text{C}$ en invierno y $25,1^{\circ}\text{C}$ en verano) fueron obtenidos por Rojas *et al.* (2013) en el mismo sistema piloto, indica

valores para la estación de primavera de un 23,9% para el influente y un 27,8% para el efluente; mientras que para verano se obtuvieron valores de un 29,0% en el influente y 29,3% en el efluente, presentando una disminución en primavera debido a la mayor turbidez presente, teniendo 22,4 NTU en primavera y 21,7NTU en verano. Al analizar las muestras luego del lavado del estanque sedimentador previo al Sistema UV se obtuvo que el influente tuvo una transmitancia del 33,7% y el efluente de un 29,8%, estos mayores valores pueden estar dados por la menor turbidez encontrada de 14,6NTU. El Sistema UV muestra una decantación de sedimentos previamente a la mantención. En las diferentes tomas de muestras realizadas entre las mantenciones realizadas se pudieron observar sólidos adheridos a la lámpara UV lo que tuvo gran relevancia en la transmisión de los rayos UV. Al realizar el lavado del estanque sedimentador previo al Sistema UV se dejó pasar el influente procedente del HC, en donde se pudo observar gran cantidad de sólidos (29 mg/L), por lo que este lavado no tuvo mayores implicancias en los resultados obtenidos. Los resultados posteriores al lavado del estanque sedimentador fueron de 29 mg/L para SST y para Coliformes fecales de $4,5 \times 10^5$ NMP/100 mL, no cumpliendo con lo establecido por el DS 90/00. Y concluye que las características físico-químicas del afluente fue posible establecer una relación directa entre la materia orgánica, la estacionalidad, SST y la temperatura. Encontrándose que, a mayor temperatura (20,3°C en verano), la cantidad de materia orgánica aumentó a 161,8 mg/L de DQOT, aumentando consigo la cantidad de SST a 34,7 mg/L debido a la formación de biofilm.

2.1.2. antecedentes Nacionales:

Alvino, (2019) Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, en su trabajo de investigación “Estudio Retrospectivo Microbiológico del agua superficial del río Ragra del distrito de Simón Bolívar, en periodos de agosto del 2012 y noviembre del 2016, cuyo objetivo principal fue valorar la concentración retrospectivo del parámetro de patógenos microbiológicos presentes en agua superficial del río Ragra. la

metodología se basó en análisis de calidad microbiológica del recurso hídrico activo en río Ragra, estudiado por ANA en tiempo de 2012 a 2016, con la finalidad de cumplir con lo establecido en la ley de recursos hídricos, la ley N° 29338, respetando principios de los diferentes problemas ambientales relacionadas con las actividades económicas. Obteniendo resultados de monitoreo en Ragra 1, Ragra 2 y Ragra 3. Según la evaluación en periodos de agosto 202 a noviembre 2016 se obtuvo resultados que supera el estándar de calidad ambiental del agua para categoría 3. En Ragra 2 se registró un valor de 17,000,000.00 NMP/100ml, siendo el grado de concentración más alto con presencia de coliformes termotolerantes, solo en el periodo 2013 se logró el estándar permitido con 490 NMP/100 ml. En los periodos de 2014 a 2016 las tres estaciones de monitoreo superan los estándares de calidad ambiental para agua. Según la evaluación del parámetro de Escherichia Coli, en las 3 estaciones análisis del río Ragra, se registra que los valores superan el ECA para agua de la categoría 3. En el año 2016 se llegó a un punto más alto dando un valor de 2,300,000.00 NMP/100ml en monitoreo realizado del río Ragra 2, sin embargo, en el periodo 2015 los valores superan ligeramente del análisis realizado de Ragra (1,2 y 3). Y concluye que en el estudio los valores obtenidos ha sido producto a la contaminación generada por la población de Paragsha y Mariátegui, ya que gran parte de la población vierten sus aguas sin ningún tipo de tratamiento, es por ello que los valores monitoreados superan los estándares de calidad ambiental ECA para agua.

Roldan, (2019) Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, en su trabajo de investigación “Eficiencia de la Radiación Ultravioleta en la Reducción de Coliformes Termotolerantes del Efluente de PTAR, Laguna San José – Chiclayo. Cuyo objetivo del estudio es determinar la eficiencia de la radiación UV de 17W, 25W y 46W en la reducción de coliformes Termotolerantes del efluente de agua residual, como metodología se usaron cilindros de PVC de 120 litros para la recolección de muestras, frascos de vidrio totalmente esterilizados para analizar la población de Termotolerantes aplicando el método de diluciones múltiples y

enfriadores de 4 °c. y se obtuvo como resultados que la radiación UV de 46w fue eficiente en la reducción de coliformes, esto indica que a mayor potencia de rayos UV, menor será la población de coliformes Termotolerantes. Concluyendo que la radiación UV de 17w y 25w permitió reducir valores superiores al límite máximo permisible LMP, sin embargo, con la lámpara de rayo UV de 46w, el valor obtenido se encuentra por debajo del LMP, influye mucho el uso combinado de los filtros de 5y 1 micrómetro ya que sin estos filtros no se hubiera logrado la eficiencia en la disminución de coliformes Termotolerantes (Roldan, 2019).

Saettone, (2017) Universidad de Lima, Huaraz, realizaron una investigación “Diseño, Construcción y Caracterización de un Concentrador Parabólico Compuesto para Desinfección de Agua por Fotocatálisis”. La metodología usada fue la obra de un concentrador y un “reactor foto catalítico” la muestra del agua ha sido inoculada con E. Coli para efectuar el análisis de descontaminación mediante lámparas ultra violetas, logrando así una disminución de “2,8 logs” respecto al dato inicial de bacterias para lo cual se empleó la citometría de flujo. Y obtuvieron los siguientes resultados, en el diseño de dos concentradores ambos de aluminio anodizado y con una superficie reflectora muestra una efectividad de concentración óptica de 4.6 veces. con el concentrador de madera se determinaron medidas de temperatura alcanzada y se comparó con la temperatura adquirida. se dedujo que en un día normal (fría y nublado) con el uso de concentrador logro conseguir el doble, que sin su uso. Del mismo modo se realizaron las medidas respecto a un concentrado de tipo v, consiguiendo así que el concentrador logra una temperatura 35,8% más alta que el 2do. Concentrador. Los estudios se realizaron en la universidad de lima, en un día nublado con una radiodifusión de 100 w/m², a una temperatura ambiental de 15°C. además se comprobó que la radiación UV dentro del concentrador es desemejante ya sea en días nublados como en días soleados. Generalmente en un día soleado la fuerza reflejada del concentrador es superior que la medida directo del sol. Y en conclusión se ha certificado

que la capacidad de aglutinamiento en un día soleado es de 2.5 veces y un día nublado es 1.5 veces, este corresponde a una fuerza térmica de 54 y 33%. Para efectuar pruebas de descontaminación de aguas inoculadas, en el concentrador se construyó un reactor foto catalítico y posterior al estudio se logró una reducción de hasta 2,8 logs respecto a dato original de bacterias, para lo cual se empleó la citometría de flujo.

2.1.3. Antecedentes Locales:

Pérez, (2019) Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María en su trabajo de investigación diplomado: “Evaluación de la Fotodegradación, mediante UV Natural y Artificial a un Medio Acuoso Contaminado”. El objetivo ha sido, analizar la desemejanza del tratamiento de un líquido contaminado aplicando UV natural y artificial. La metodología se trabajó con 130 litros de recurso hídrico, cuya fuente contaminada de aguas residuales producto de efluentes domésticos, lo cual menciona que esta fuente tuvo un pretratamiento mediante el método de decantación física por gravedad. La población y muestra para el estudio estuvo conformada por cuerpo de agua de la quebrada de águila, la muestra fue de 30 litros de agua. Cuyo resultado fue la determinación de cuanto influye la profundidad del medio acuoso en la reducción de DQO y patógenos microbiológicos por radiación ultravioleta natural. No existe diferencias con mayor nivel de significancia. mediante la radiación UV con 254 nm, no se logró reducir al 100% la inactivación de coliformes Totales y la DQO ni siquiera logro superar el 50% de tasa de remoción. Tampoco haz una diferencia significativa. El método aplicado es de diferencia mínima significativa de Fisher, con la aplicación de este método existe un riesgo de 5% cuando la diferencia real es igual 0. Y concluye que la profundidad del medio acuoso no influye en la remoción de coliformes Totales y DQO aplicando la Fotodegradación natural. La tasa de remoción de coliformes Totales y DQO obtenida es mayor de la radiación UV natural que la de UV artificial. El método de radiación natural resulto ser más efectivo con diferencias de 26,87% de remoción de M.O. y 3.18% de remoción de coliformes totales.

Peña, (2015) Tingo María, presento en la universidad nacional Agraria de la selva la exposición titulada: “Calidad de Recurso Hídrico de la Laguna los Milagros – José Crespo y Castillo”, la investigación tuvo como objetivo describir los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de la laguna los milagros, el estudio se desarrolló a diferentes profundidades y en meses de agosto y noviembre del año 2014, la metodología aplicada fue que se seleccionaron de forma aleatoria tres puntos de muestreo, a profundidades de 0.20, 0.70 y 1.20 metros. El diseño utilizado fue bloques completamente al azar (DBCA). Los resultados obtenidos a una profundidad de 0.20 y 1.20 metros la agrupación de parámetros fisicoquímicos se incrementó, entre ellos están los sólidos suspendidos, turbidez, fosfato, fertilizante y sulfato, a diferencia de los parámetros mencionados, el oxígeno disuelto presento una reducción de 7.16 a 4.88 mg/l. generalmente el incremento de los parámetros físicos químicos se presentó en los meses de agosto y noviembre. Los parámetros microbiológicos analizados, en su colectividad presentaron una reducción entre 0.20 y 1.20 m de rebajamiento, el valor se ha reducido de 55 a 7 NMP/100ml de E. Coli. y concluye que en las tres profundidades estudiadas indica que a mayor turbidez es más el contenido de SST, según la correlación de Pearson.

Morales, (2019) Universidad de Huánuco, Huánuco en su averiguación titulada “Diseño de un Concentrador UV Natural para Desinfección de Agua para Consumo Humano en el Centro Poblado de Casha. El objetivo de su investigación fue de cuan efectivo es el concentrador de UV natural con la desinfección de agua. Le metodología que empleo fue experimental con un enfoque cuantitativo, la población ha sido considerado las viviendas del Centro Poblado de Casha. La muestra estuvo compuesta por 30 cada una de 500 ml. Los resultados de las 15 muestras pre tratamiento se observaba que la presencia de patógenos microbiológicos de coliformes Termotolerantes, Totales y heterotróficas, lo cual indicaba que había una contaminación fecal y que el agua no era apta para consumo humano. Posteriormente al tener las muestras en una temperatura ambiente, termofisión se obtuvo resultados

favorables de patógenos microbiológicos. Al obtener resultados se evidencio que existe un error 1.155 con un valor significativo ($t=3,464$., $p=0,004$) rechaza la hipótesis y menciona que el concentra de UV natural es efectivo en la inactivación de patógenos microbiológicos, logrando agua apta para consumo humano. Finalmente se concluye que existe un error mínimo, pero el concentrador solar fue efectivo de la gran parte microbiológica cuando se trata de agua para consumo humano (Morales, 2019).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Marco legal

- Ley N° 29338 en fecha 31/03/2009 aprueba la Ley de Recursos Hídricos donde faculta velar la Protección del Agua.
- D.S. N° 004-2017-MINAM Normativa que aprueba Estándares de Calidad Ambiental ECA para Agua.
- D.S. N° 031-2010 S.A. Reglamento de calidad de agua para consumo humano MINSA – DIGESA.
- D.S. N° 002-2008-MINAM y su modificatoria D.S. N° 015-2005-MINAM en fecha 31/07/2008, aprueba estándares de calidad ambiental (ECA) para agua
- D.S. N° 023-2009-MINAM. En fecha 19/12/2009, Aprueba disposiciones para los estándares nacionales de calidad ambiental
- R.J. N° 202-2010-ANA. En fecha 22/03/2010, aprueba la categoría de cuerpos de aguas superficiales y marinos.

2.2.2. Norma sobre Calidad del recurso Agua:

En fecha 02/02/2007, con el objetivo de regular y modificar algunos lineamientos de prestación de servicios, la Superintendencia Nacional de Servicio y Saneamiento (SUNASS) establece una normativa mediante el N° 011-2007-SUNASS-CD y lo plasmado este acorde a su ámbito de

competencia. En esta resolución resalta que las instituciones, ya sea públicas o privadas que prestan el servicio de saneamiento estén considerados como excelencia de la prestación de servicios de recuso hídrico y alcantarilla de calidad sanitaria. En el capítulo 2 de la normativa, también hace mención que la empresa prestadora de servicio y saneamiento debe cumplir con ciertos requisitos a la hora de distribuir agua para consumo humano, debe basarse al reglamento de calidad de agua para consumo humano y cumplir con los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

El día 30/07/2008, con el equitativo de enjuiciar la cota de unión o grado de principios, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que se encuentra en el agua, el Ministerio del Ambiente crea ECA para agua mediante la normativa D.S. N° 002-2008-MINAM. la finalidad de esta normativa es que el agua no presente riesgo significativo para las personas ni para el medio ambiente. Dicha normativa es aplicable para toda agua del territorio nacional y además servirá como requisito obligatorio en el diseño y manejo adecuado de los recursos hídricos aplicando todas las nociones de estipulación ambiental. El estándar de la naturaleza ambiental divide las fuentes de agua en:

Categoría 1: poblacional y recreacional. - Agua destinada para la producción de agua potable y para sus usos recreativos.

Categoría 2: actividades marino costeras. - extracción de especies acuáticas.

Categoría 3: el agua está considerado para riego de vegetales y bebida de animales.

La importancia y la finalidad de las categorías es garantizar diferentes factores de riesgo, y producir la vitalidad y bienestar de la localidad y su cumplimiento es indispensable para la población en general dentro del territorio nacional, que se respete de acuerdo a lo estipulado en la ley, y se haga participe o intervenga en diferentes

actividades de gestión supervisando y fiscalizando que el abastecimiento del agua cumpla con la normativa para su consumo.

Por otro lado, menciona que el recurso hídrico para consumo estar libre de los siguientes parámetros microbiológicos.

- Coliformes (Totales y Termotolerantes).
- Huevos y larvas de helmintos
- Algas, protozoarios, rotíferos y nematodos, todos los organismos de vida libre.
- Bacterias heterotróficas <500 UFC/MI a 35°C

Esto indica que de abjurar positiva la afirmación de Coliformes Termotolerantes, se debe desempeñarse su extremo interpretación de bacterias (*Escherichia Coli*) en el laboratorio facultado para refirmar que la muestra del agua tiene una intoxicación fecal.

2.2.3. Calidad de agua para consumo humano

El agua para consumo humano debe cumplir con lo siguiente:

- **Agua apta para consumo humano.** - es todo recurso hídrico que no presenta riesgo para las personas quienes consumen el agua, y además estos recursos hídricos cumplan los valores determinados en el reglamento.
- **Parámetros microbiológicos.** – el agua para consumo humano debe estar libre de lo siguiente:
 1. Coliformes (Totales y Termotolerantes)
 2. Virus
 3. Huevos y larvas de helmintos
 4. Algas, copépodos, nematodos, rotíferos y protozoarios.

5. Bacterias heterotróficas < 500 UFC/ml a 35°C

Parámetros de casta organoléptica. -Las muestras tomadas en cada monitoreo constreñido, el 90% de estas que corresponden a parámetros químicos que perjudican la calidad organoléptica del agua para consumo humano, insinuación que no debe exceder los títulos señalados en la presente normativa. El 10% restante el lonjista evaluara y analizara las causas de no cumplir y de la misma forma tomara medida para actuar con lo establecido en el presente reglamento.

Tabla 1.
Límites Máximos Permisibles para Parámetros Microbiológicos

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
2. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Nota: tomado de DS N°031-2010-SA, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) – Perú

Tabla 2.

Cuadro de Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Calidad Organoléptica

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible
1. Olor	...	Aceptable
2. Sabor	...	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7. Solidos totales disueltos	mg L	1 000
8. Cloruros	mg Cl L-1	250
9. Sulfatos	mg SO ₄ =L-1	250
10. Dureza total	mg CaCO ₃ L-1	500
11. Amoniaco	mg N L-1	1,5
12. Hierro	mg Fe L-1	0,3
13. Manganeso	mg Mn L-1	0,4
14. Aluminio	mg Al L-1	0,2
15. Cobre	mg Cu L-1	2,0
16. Zinc	mg Zn L-1	3,0
17. Sodio	mg Na L-1	200

UCV = Unidad de color verdadero
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Nota: tomado de DS N°031-2010-SA, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) – Perú

En término 07/06/2017, se ha derogado a la ECA del agua del D.S. N° 002-2008-MINAM mediante la aprobación de un flamante tipificado de calidad ambiental para agua con el D.S. N° 004-2017-MINAM, dicha norma fue aprobada por el Congreso de la Republica. El objetivo principal de este reglamento es dictaminar la fase de concurrencia de fundamentos, de parámetros fisicoquímicos y biológicos presentes en el recurso hídrico, y de la misma forma este no presente riesgo a la salubridad de los consumidores ni al ecosistema. Los ECA básicamente su aplicación hace cumplir a los recursos hídricos que se encuentra en el país franquista.

Este estándar de calidad ambiental para agua se divide en cuatro categorías importantes como muestra en la tabla 3.

Tabla 3.
Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Parámetros	Unidad de Medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser Potabilizadas con Desinfección	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero	15	100(a)	**
	Escala Pt/Co			
Conductividad	(μ S/cm)	1500	1600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1.5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniac- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de Ph	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0

Parámetros		Unidad de Medida	A1	A2	A3
			Aguas que pueden ser Potabilizadas con Desinfección	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Sólidos Disueltos	mg/L	1000	1000	1500	
Totales	mg/L	250	500	**	
Sulfatos	°C	Δ 3	Δ 3	**	
Temperatura	UNT	5	100	**	
Turbiedad	INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5	
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**	
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15	
Bario	mg/L	0,7	1	**	
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1	
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4	
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01	
Cobre	mg/L	2	2	2	
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05	
Hierro	mg/L	0,3	1	5	
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5	
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002	
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**	
Níquel	mg/L	0,07	**	**	
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05	
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02	
Zinc	mg/L	3	5	5	
ORGÁNICOS					
Hidrocarburos					
Totales de Petróleo (C8 - C40)	mg/L	0,01	0,2	1,0	
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0	
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**	
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**	
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**	
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	**	

Parámetros	Unidad de Medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser Potabilizadas con Desinfección	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
<u>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</u>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<u>BTEX</u>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<u>Hidrocarburos Aromáticos</u>				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
<u>Organofosforados</u>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<u>Organoclorados</u>				
Aldrín + Dieldrín	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano(DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<u>II. CIANOTOXINAS</u>				

Parámetros	Unidad de Medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser Potabilizadas con Desinfección	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Convencional	Aguas que pueden ser Potabilizadas con Tratamiento Avanzado
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

Nota: tomado del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM ECA para Agua

2.2.4. El Agua

Es una fuente hídrica necesario para la vida de los seres vivos, esto se encuentra en dicha en la variedad tanto así que cubre $\frac{3}{4}$ partes de la superficie de la tierra, pero, existen muchos problemas que limitan la calidad del recurso hídrico para consumo de las personas (Guzman, 2011).

Este recurso constituye una de las columnas fundamentales para el hombre, ya que el recurso agua es el motor para el desarrollo de las diferentes actividades. La gestión integral o el manejo adecuado de los recursos hídricos es uno de los objetivos principales para la sociedad, dado que a una gestión y manejo adecuado se podrá controlar la calidad y no presente mayor riesgo para las personas, por eso históricamente el hombre siempre ha ido implementando diferentes procesos para que el agua sea un factor de desarrollo rural (Bethemont, 1980).

Un aproximado del 97% del mundial de agua acondicionado se encuentra en océanos y este recurso hídrico no se puede utilizar por diversas razones. Uno de las razones es que su tratamiento se encuentra en proceso de investigación. Del 3 % restante, el 2 está distribuida en hielos, glaciares, témpanos y se encuentra mezclado con el suelo por lo que no permite su fácil accesibilidad. Solo el 0.62 % se dispone apropiadamente para el desarrollo de diferentes actividades del hombre ya sea industrial o agrícola, estos básicamente se encuentran en ríos, lagos y mantos freáticos (Guzman, 2011).

2.2.5. Calidad del Agua

El recurso hídrico potabilizada es todo aquel que no causa riesgo al consumidor y que su análisis sea fundamental y cumpla con lo establecido en el reglamento. El agua posee diferentes características, esto generalmente depende de la proveniencia del recurso hídrico, es por ello que presenta diferentes características físicas, químicas y biológicas. extremo a su análisis determinan la clase del agua y se concluye que si es inherente o no para su consumo (Organizacion Mundial de Salud, 2004).

2.2.6. Contaminación del recurso hídrico

según su origen la contaminación de los recursos hídricos, se clasifica en dos tipos que son los siguientes:

- **Contaminantes biogénicos.** - esto generalmente producida por diferentes fenómenos naturales, resaltando así los fenómenos más determinantes son la erosión y las erupciones volcánicas. Estos fenómenos están relacionados con la composición del agua y la superficie terrestre. Viendo desde un punto de que, si es grave, estos fenómenos están considerados como una clase de contaminación baja a diferencia de los contaminantes antropogénicos (Arellano, 2011).
- **Contaminantes antropogénicos.** - Producida por las actividades que realiza el hombre, ya sea por diferentes puntos de urgencia. Este tipo de contaminante es grave por naturaleza y día a día el hombre sigue contaminando el agua, las actividades más importantes que contamina el recurso hídrico son las mineras, agropecuarias, industriales, y otros (Guzman, 2011).

2.2.7. Verificación de la calidad de los recursos hídricos

En el recurso hídrico apto para consumo, existe diferentes componentes microbianos y químicos que generalmente puede ocasionar riesgo a la salud de los consumidores, especialmente a la población de niños. Tanto así que su detección a veces suele ser lenta o compleja ya sea en agua bruta o agua suministrada a los consumidores.

Para determinar la calidad del agua existe parámetros físicos, químicos y biológicos que tiene que cumplir con los valores establecidos en la normativa y para el uso que se requiera.

Las grafologías de estos parámetros son muy importantes, pero económicamente no es viable realizar el estudio a todos los parámetros de clase del agua, lo que se cargó hacer es delinear que el estudio de monitoreo debe centrarse básicamente en características de valor crítica. Si la interpretación de los parámetros de sabor y olor sus resultados son inaceptables, se tendrá que interpretar estudios adicionales con la finalidad de evaluar las características y no afecte a la salud de los consumidores (OMS, 2008).

2.2.8. Calidad microbiológica del agua

Influye el análisis y la explicación microbiológico del agua. El estudio es de anexión consideración ya que generalmente el riesgo más popular que presenta el líquido es la contaminación de patógenos microbiológicos, es así que la bebida para consumo humano no debe entrar microorganismos, el monitoreo y el análisis debe ser acorde al reglamento y sus valores no deben superar los límites máximos permisibles de dicho reglamento.

El análisis microbiológico básicamente debe enfocarse en realizar el estudio de microorganismos indicadores de contaminación fecal pero también se debe realizar la evaluación de la presencia de patógenos específicos. para evaluar el grado de concentración de la contaminación fecal, generalmente la presencia de *Escherichia Coli* es usado como indicador principal, Pero la interpretación de Coliformes fecales puede ser una opción reputado en varios casos. También hay parámetros biológicos que son más resistentes a la desinfección dentro de ello están los virus y protozoarios, esto indica que debido a la ausencia de *Escherichia Coli* no siempre indica que la muestra se encuentra libre de patógeno microbiológicos. debido a ello al realizar el estudio de análisis de Coliformes fecales es recomendable el análisis de microorganismos más resistentes con la única finalidad de determinar la concentración de patógenos específicos.

Por otro motivo, es de vital importancia mencionar que no solo al consumir agua contaminada causa riesgo al vigor de las personas sino además por la misma energía de tener linde o inhalación de gotículas de agua (aerosoles). Hay algunas agentes patógenas en el agua que por el simple hecho de su consumo producen enfermedades graves hasta inclusive puede ser mortales, las enfermedades más comunes debido a su consumo son la tifoidea, la hepatitis, el cólera y otras enfermedades generadas por *Shigella spp* y *Escherichia Coli*.

Según (OMS, 2008), el análisis microbiológico únicamente incluye, realizar el monitoreo de la calidad de los patógenos microbiológicos de los recursos hídricos. Estos estudios es de vital importancia ya que es el riesgo más común que se presenta a nivel mundial, cuando los

consumidores se abastecen de agua con presencia de contaminantes microbianos, claro que también en algunas circunstancias podría existir la presencia de patógenos específicos. los patógenos microbiológicos más resistentes a la desinfección son los virus y protozoos, además indica que de no existir la presencia de E. coli no quiera decir que no haya la presencia de estos microorganismos. Por ello, lo necesario a la hora de realizar el estudio de coliformes fecales, se analice también la presencia de estos patógenos específicos porque de lo contrario puede ocasionar epidemias. Pero también es importante resaltar que no solo al consumir este tipo de recursos hídricos los consumidos van a presentar problemas graves, sino también por el mismo hecho de tener contacto a través de la inhalación de gotículas de agua (aerosoles).

2.2.9. Bacterias

Son microorganismos que su forma de reproducción es por fisión binaria, conocido también como división simple. La mayoría de las bacterias tienen una vida libre y cada una de ellas mayormente presenta diversos tamaños que se encuentra en un rango de 0.5 a 2 μm , pero hay algunas que pueden llegar hasta un tamaño de 10 μm .

Las bacterias que generalmente se encuentra en líquido, son aquellas bacterias que colonizan el tracto gastrointestinal de los animales y de los seres humanos, estas son descartados a través del proceso fecal. Muchos microorganismos por diferentes factores llegan a enquistarse al agua, y una vez presentes en el agua hacen que las condiciones ambientales se vean muy diferentes y por tanto su reproducción y su zona de influencia de sobrevivir de estas bacterias son limitadas.

En el laboratorio son laboriosos hacer su detección y recuento, por ese entendimiento se ha buscado grupos de indicadores para que su detección sea más sencilla y claro, la colonia más usada es de coliformes (Totales y fecales) ya que a la actualidad ayuda mucho a llevar a cabo su detección y recuento a nivel laboratorio (Madigan, 1997).

2.2.10. Coliformes Totales

Son bacterias que fermentan lactosa a temperatura de 35°C y producen ácido y gas en 24 horas, son aquellas que no forman esporas y generalmente son aerobias y anaerobias facultativas y se encuentran dentro de las bacterias Gram Negativas.

2.2.11. Coliformes fecales

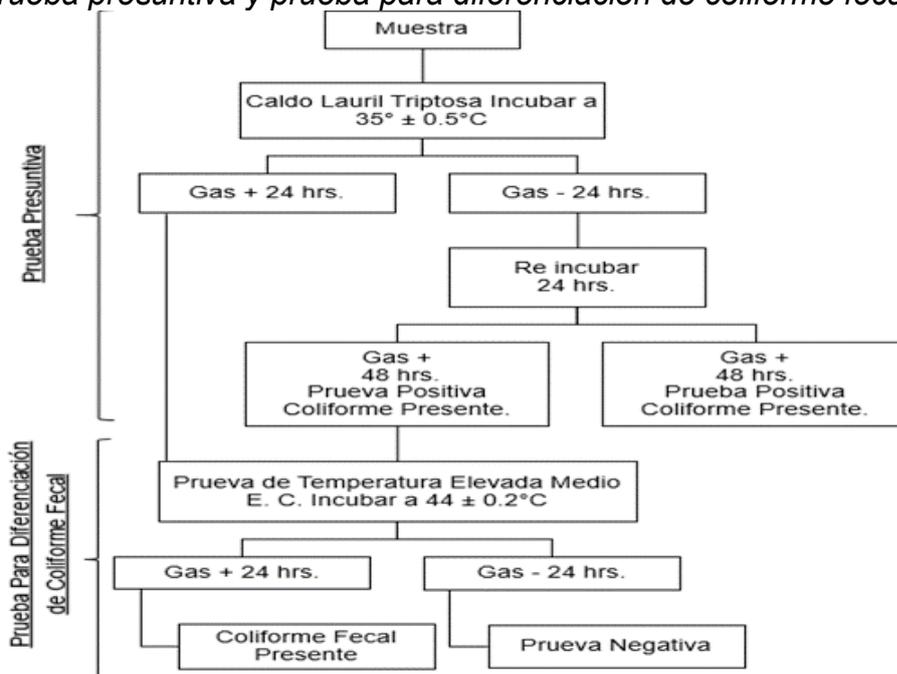
Los coliformes fecales son un grupo de organismos que tiene la capacidad de fermentar la caseína a 44° - 45°C, se encuentra en un grupo muy insignificante del producto de E. Coli.

2.2.11.1. Método Numero más Probable (NMP) (Evaluación Microbiológica del Agua)

Es un método eficiente para determinar la densidad poblacional. Básicamente se fundamenta en llevar a cabo la eliminación, presencia o ausencia de microorganismos presentes en la muestra del agua. Una de las ventajas más importantes es que estima tamaños poblacionales y son capaces de determinar la densidad.

Figura 1.

Prueba presuntiva y prueba para diferenciación de coliforme fecal



Nota: tomado de Apella y Araujo. (2000).

2.2.12. Procesos de Oxidación Avanzada

Los estudios de (POAs), básicamente su aplicación está considerada dentro del tratamiento terciario, su objetivo principal es eliminar compuestos biodegradables e incluso se aplica en Prescripción de aguas contaminadas por microorganismos. La tecnología de procesos de Oxidación, como su mismo nombre lo indica tiene la capacidad de oxidar contaminantes presentes en el agua, si el proceso de oxidación se prolonga lo suficiente esto hará llegar hasta el punto de mineralización de lo contrario se acoplará con otro método de depuración como pueden ser los procesos biológicos.

2.2.12.1. Técnica Avanzada de oxidación para tratamiento de agua

Las técnicas o procesos de oxidación Avanzada consisten en producir cambios profundos en la estructura química de los contaminantes presentes en el agua, además está involucrado en la provocación y la aplicación de especies poderosas transitorias como el $\text{OH}\cdot$, la generación de los radicales se realiza a partir del oxígeno, agua oxigenada y catalizadores soportados, por lo que los subproductos de reacción son únicamente agua y dióxido de carbono.

Tabla 4.
Cuadro de Técnicas de Oxidación Avanzada más Utilizada

Técnicas	Clasificación
	Fotólisis del agua en el ultravioleta de vacío (UUV)
	UV/H ₂ O ₂
	UV/O ₃
	Foto-Fenton
Fotoquímica	Ferrioxalato y otros complejos de Fe (III)
	UV/Peryodato
	Fotocatálisis heterogénea
	Ozonización en medio alcalino (O ₃ /OH)
	Ozonización con peróxido de Hidrogeno (O ₃ /H ₂ O ₂)
	Procesos Fenton (Fe ⁺² /H ₂ O ₂) y relacionados
No Fotoquímica	Oxidación electroquímica
	Radiólisis y tratamiento con haces de electrones
	Plasma no térmico
	Descarga electrohidráulica – Ultrasonido
	Oxidación en agua subterránea y supercrítica

Nota: tomado de Morrison S.R. (1997)

2.2.13. Depuración de aguas contaminadas

Son universalismo de operaciones con la meta hacer la depuración de aguas contaminadas y de reducir la concentración de agentes contaminantes que se encuentra en ello. Para tratamiento de aguas existen diferentes métodos:

- **Método físico:** Este tipo de métodos son comúnmente conocidos como unidades de adquisición física donde predomina la aplicación de fuerzas. A medida que pasa el tiempo este método ha ido evolucionando por las intervenciones del hombre, además ha sido el primer método utilizado para tratar aguas residuales.

Métodos químicos: en este tipo de métodos básicamente su proceso de operación es mediante la adición de químicos para la remoción de contaminantes. Comúnmente conocido como unidades de procesos químicos. Por ejemplo, la oxidación con HClO₄ y H₂O₂, los más comunes son mediante procesos de precipitación, absorción y desinfección.

- **Métodos biológicos:** En este tipo de métodos, la reducción de contaminantes se realiza mediante el proceso de influencia biológica. Este razonamiento generalmente se usa en aguas residuales, básicamente para mover la presencia de sustancias orgánicas. En saliente método se puede utilizar reactores de anaerobio de flujo ascendente, bio-discos, oxidación de lagunas, estabilización y otros.
- **Métodos mixtos:** este tipo de tratamiento es la combinación de dos métodos tanto físico como químico.

Cuando se realiza el tratamiento de aguas residuales el parámetro más importante que debe ser controlado es la contaminación microbiológica, si bien se sabe que la purificación se efectúa con la eliminación de patógenos microbiológicos aplicando el proceso de la adhesión infiltrado bactericida más trillado que es el hipoclorito de sodio. El objetivo de la desinfección es por la presencia de microorganismos en aguas residuales ya que estos microorganismos son causantes de enfermedades. Aunque se utilice el método de desinfección lo ideal es realizar un pretratamiento para amainar el canon sólido en el agua que requiera su tratamiento.

2.2.14. Desinfección

El objetivo principal es mejorar la calidad del agua, contaminada por patógenos microbiológicos y de la misma forma reducir el riesgo de enfermedades que puede perjudicar la salud de los consumidores. Las poblaciones vulnerables son aquellas que se encuentra en zonas rurales ya que los sistemas de tratamiento en esos lugares son escasos y están en vía de desarrollo, es por ello los más vulnerables están considerado los niños y las personas adultas a causa de los patógenos microbio licos presentes en el recurso hídrico (Vargas, 2004).

Los estudios de desinfección satisfecho mediante la radiación losar, en su cabecera del lapso de los 70, ha sido aceptable como técnica de fijar la clase microbiológica del agua, pero, este tipo de desinfección tuvo forma hasta el año 1985. Luego fueron financiados por entidades de Integrated Rural Energy Sistem Association (INRESA) y por las agencias

internacionales como la UNICEF, lo cual fueron estudiados y desarrollados por el leyente Accra en la Universidad de Líbano, y todo lo investigado sobre la desinfección de agua mediante la radiación solar tuvo resultados notables ya que la cifra de microorganismos ha ido disminuyendo favorablemente. A seccionar de ese instante es que levante tipo de deducción se ha efectuado en distintas partes, generalmente en aquellos países que se encuentran en procesos de desarrollo.

A los años 90 diferentes instituciones han ido implementado diferentes proyectos de la tecnología con la finalidad de determinar el grado de aceptación por las familias, las instituciones que implementaron son los siguientes: el Instituto Federal Suizo de Ciencia y Tecnología Acuática (EAWAG).

2.2.15. Radiación UV

Son ondas electromagnéticas que permite la transferencia de fuerza solar a la superficie de la corteza terrestre. La radiación solar, en la circunstancia conocido como uniforme o constante solar (10) posee un valor medio de 1553 W/m². Y a altura terrestres su intrepidez depende de la hora, la división y la etapa (Gonzales, 2019).

2.1.1.1. Espectro electromagnético

Se le conoce espectro electromagnético a la universalidad de longitudes de ondas de la radiación, la cual oriente fluctúa desde la radiación que es percibida por el ojo humano hasta la radiación que son aplicados en campos del informe, bebistraje y la zona lianta. A continuación, en la lista 5 presenta muralla de milicia, largo de onda, frecuencia y afectación electromagnética.

Tabla 5.

Cuadro de Bandas, Longitud de onda, Frecuencia y Energía del Espectro Electromagnético.

Banda	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)	Energía (J)
Rayos gamma	<10 pm	>30.0 EHz	> 20 10 ⁻¹⁵ J
Rayos x	< 10 nm	> 30.0 PHz	> 20 10 ⁻¹⁸ J
Ultravioleta extremo	< 200 nm	> 1.5 PHz	> 993 10 ⁻²¹ J
Ultravioleta cercano	< 380 nm	> 789 THz	> 523 10 ⁻²¹ J
Luz visible	< 780 nm	> 384 THz	> 255 10 ⁻²¹ J
Infrarrojo cercano	< 2.5 µm	> 120 THz	> 79 10 ⁻²¹ J
Infrarrojo medio	< 50 µm	> 6.00 THz	> 4 10 ⁻²¹ J
Infrarrojo lejano / submilimétrico	< 1 mm	> 300 GHz	> 200 10 ⁻²⁴ J
Microondas	< 30 cm	> 1 GHz	> 2 10 ⁻²⁴ J
Ultra alta frecuencia - Radio	< 1 m	> 300 MHz	> 19.8 10 ⁻²⁶ J
Muy alta frecuencia - Radio	< 10 m	> 30 MHz	> 19.8 10 ⁻²⁸ J
Onda corta - Radio	< 180 m	> 1.7 MHz	> 11.22 10 ⁻²⁸ J
Onda media - Radio	< 650 m	> 650 KHz	> 42.9 10 ⁻²⁹ J
Onda Larga - Radio	< 10 km	> 30 KHz	> 19.8 10 ⁻³⁰ J
Muy baja frecuencia - Radio	< 10 km	> 30 KHz	> 19.8 10 ⁻³⁰ J

2.2.16. Rayos UV y la efectividad en el agua

Los patógenos microbiológicos en el agua según los estudios realizados, su cambio genético (ADN) va variar siempre y cuando los rayos UV presente alta energía en su longitud de prominencia corta. El cambio mencionado básicamente se va a presentar en la estructura bioquímica de las moléculas. El proceso de cambio se da cuando los rayos UV son absorbidas por el ADN del microorganismo y hace que altere sus estructuras químicas que se encuentra enlazados en el ADN, imposibilitando la reproducción y el origen de proteínas, ya que esta lo mantiene anatómico.

La luz solar es un tratamiento que se utiliza como desinfección de agua contaminado, pero también influye mucho la temperatura del agua, ya que la combinación de estas para que funcione eficazmente requiere

de un tiempo de 5 horas a una radiación de 500 W/m² y así determine la efectividad de inactivar patógenos microbiológicos (Canon y Pedroza, 2016)

2.2.17. Propiedades desinfectantes de la radiación solar

La primera investigación fue realizada por Johannes en el año 1801, quien determino realizar el estudio aplicando efectos de la luz sobre cloruro de plata, la finalidad fue observar si existía diferencias a distintas frecuencias. También se ha realizado cuatro regiones de aparecido UV-vacío:

1. UV entre 100y 200 nm
2. UV-C entre 100 y 280 nm
3. UV-B entre 280 y 315 nm
4. UV-A entre 315 y 400 nm

La apreciación de desinfección solar algún como pensamiento térmico, consiste en enaltecer la temperatura del agua mediante la historia a la radiación solar, esto generalmente va acatar de tiempo, por tanto, a un tiempo suficiente será absorbida por diferentes contenedores acondicionados, ya sea calentadores de energía solar y destiladores solares. La luz UV tiene una interacción directa con el ADN; ARN y las enzimas del celular microbiano, con la única finalidad de evolucionar su estructura molecular y por tanto produciendo su muerte.

A pesar de lo sustancioso de la dialéctica en estudio de desinfección del agua mediante radiación solar, este método no ha alcanzado su popularidad a nivel mundial. La razón por lo que no ha llegado a alcanzar una popularidad extendida, es que existe muchísimas variables que condicionan su eficiencia.

Entre las variables importantes tenemos los siguiente:

- Latitud geográfica
- Altitud geográfica

- La estación
- El número de horas de exposición
- El tiempo
- La nubosidad
- La temperatura y

También hay parámetros que podría perjudicar la desinfección perfecta del agua, entre ellos están:

- La turbiedad del agua
- El Color del agua

La OMS indica que este método de desinfección sería de importancia su aplicación en zonas donde no cuenta con otro medio de desinfección, así mejorar la calidad de los recursos hídricos para consumo humano.

2.1.1.2. Mecanismos de la desinfección por la radiación ultravioleta

Estos mecanismos generalmente se basan en que las ondas cortas influyen sobre el material genético (ADN) de los patógenos microbiológicos con la finalidad de destruir en corto tiempo su reproducción y sin afectar su cambio físico o químico del agua tratada. La inactivación de microorganismos se produce a través de la absorción directa de la energía UV y a través de una reacción fotoquímica intracelular, ya que esta reacción modifica la base estructural de moléculas en nucleoproteínas, son fundamentales para supervivencias de patógenos microbiológicos. En muchos estudios se ha demostrado que, si se aplica la misma cantidad de energía, se obtiene los mismos resultados de desinfección, claro que siempre independientemente de la duración e intensidad de la dosificación.

2.2.18. Variables que afectan el proceso de desinfección

La variable más importante que afecta la desinfección es el tipo de microorganismos, eficazmente la descontaminación por exposición a radiación solar puede matar muchos patógenos microbiológicos como son las bacterias y virus.

La Escherichia Coli utilizado como indicador de la contaminación, no indica siempre que el recurso hídrico sea apto para consumo, sino que también existe diferentes microorganismos que a la hora de consumo puede afectar la salud de las personas.

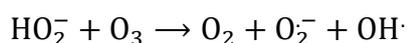
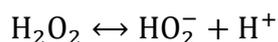
Existen bacterias adultas y jóvenes, en cuanto a las bacterias jóvenes son más fáciles de matar en el proceso de desinfección, ya que estas bacterias forman una capa de protección en el exterior de la membrana plasmática, y su pared celular se hace más resistente al proceso de desinfección.

El grado de proceso que destruye bacterias se encuentra de 240 y 280 nanómetros, logrando la fuerza bactericida a 260 nanómetros, generalmente de muestra de agua con patógenos nocivos, estos patógenos siendo sensibles a la luz solar, su desarrollo no es adecuado a condiciones ambientales con su ADN, modificando y alterando su ordenamiento molecular e impidiendo la concepción de los microorganismos. En cuanto a la temperatura, además cumple un papel central afectando la reacción y puede transportar la inactivación del agente bactericida (Water Treatment Solutions Lenntech).

2.2.19. Proceso combinado (Ozono / peróxido de hidrogeno)

Una de las características fundamentales de Ozono que actúa como oxidante, elimina contaminantes orgánicos presente en el medio. Ahora el uso de dos oxidantes es más efectivo a la hora de realizar el tratamiento de agua contaminada y genera una degradación adicional de la carga orgánica. El método combinado de O_3/H_2O_2 o la mezcla de estos oxidantes, actualmente son las más usadas. Para degradar compuestos

orgánicos se agrupa la oxidación directa de O_3 con la reacción y poco selectiva de los radicales hidroxilos OH . Por el complemento de H_2O_2 , el Ozono se descompone aceleradamente, la cual incrementa la agrupación de radicales en el medio. El agua y el H_2O_2 presenta un rechazo muy lento con el O_3 , formando así el radical hidroxilo (Chapin, 1987).



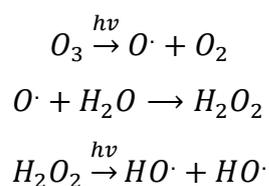
El tratamiento aplicando el proceso combinación económicamente es muy caro, pero efectivo en tratar contaminantes orgánicos que se encuentra a concentraciones bajas y a un pH que varía de 7 y 8. La receta mediante O_3/H_2O_2 , se desarrolló para eliminar del agua, diversos compuestos. Se constató que a un pH básico también se puede degradar los plaguicidas molitano, linoron, diuron y prometon, aunque por otro lado ha generado subproductos. También se encontró que con una dosis de 2 mg/l de O_3 y 20,8 M de H_2O_2 , en un tiempo de 1 minuto se degrada el 75% de clorfenvinfos, a 10 minutos de tratamiento, se ha efectuado que la degradación es a 100% de los herbicidas, clortoluron, diuron, linuron e isoproturon con una dosis de 0,05 mg de O_3 y 0,01 M de H_2O_2 . Se vio que al agregar el H_2O_2 y aumentar la dosis de O_3 la degradación mejora e influye en la naturaleza de herbicida. También se desarrolló el estudio de la degradación de los DDTs mediante la aplicación de O_3/H_2O_2 , pero dicha degradación fue más eficiente únicamente aplicando el Ozono (Ormad, 1997).

2.2.20. Proceso combinado con Ozono y UV

Es un tratamiento destacado adonde el objetivo es lograr la efectividad de destrucción y oxidación del COT y refractarios del agua. Generalmente las disoluciones acuosas son irradiadas con la luz UV a una longitud de onda homogéneo a 254 nm, provocando la prospección

de Ozono en peróxido de hidrogeno, que a su vez produce fotólisis formando el radical hidroxilo y reaccionando con cantidad de ozono.

El proceso de oxidación mediante la combinación de ozono y UV son muy complejos ya que debido a distintos mecanismos de reacciones son producidos los radicales hidroxilos es por ello que es muy complejo este tipo de proceso de oxidación. Las reacciones que tienen lugar son las siguientes:



Lo recomendable con respecto a la eficiencia de la oxidación es aplicar el proceso combinado, ya que diferentes estudios determinaron que es muy superior cuando solo se aplica el Ozono o la radiación UV. Esta deducción se ha aplicado en diferentes estudios de tratamiento de agua, en la potabilización de agua, desinfección, en tratamientos de aguas residuales contaminadas. Generalmente su aplicación se ha efectuado más en acicalar aguas contaminadas por plaguicidas. Por lugar común, a una sesión de 10 minutos de tratamiento, a un pH 6, unión del contaminante a 0,1 Mm y luz UV de 253.7 nm se logró degradar al 100 % el linuron (Chu, 2010).

Mediante este método combinado se realizó el estudio de degradación de compuestos de uso industrial, por ejemplo, a un tiempo de 60 minutos, concentración de contaminante liso a 1g/L, O_3 de 18,4 mg/L/min y a un empaque de luz UV a 5,5 Mw cm⁻² se logró degradar totalmente el dimetil-sulfoxido. Además, aplicando la misma técnica ha sido eficaz degradando compuesto como nitroheterocíclicos y N-nitrosodietilamina (Francisco, 2010).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Procesos de oxidación Avanzada (POA):** Es un proceso que su aplicación principal se da en el tratamiento terciario, y que tiene como objetivo, eliminar compuestos difícilmente biodegradables, además tiene la resonancia de disminuir la contaminación microbiológica ya que pueden suscitar cambios profundos en la organización química de los contaminantes (Araujo, 2000).
- **Radical hidroxilo:** Son especies reactivas del oxígeno que generalmente forma parte de los radicales libres de oxígeno, estas pueden ser generados por medios fotoquímicos de UV visible o por lámparas de mercurio (Medina, 2016).
- **Peróxido de hidrogeno (H_2O_2):** Es un mixto industrial, conocido como el más potente a la hora del proceso de Oxidación y que sus características principales está apreciado como un transparente enormemente polar y aparejado con el hidrogeno tal como el agua (Alvino, 2019).
- **Ozonización:** Es un proceso de oxidación que involucra el origen de efusivo OH en guarismo autosuficiente con el único ideal, de interaccionar con los compuestos orgánicos del entorno (Easton, 1998).
- **Ozonificación:** Es un tratamiento que se ha usado ampliamente para eliminar compuestos orgánicos e inorgánicos, se ha aplicado en prescripción de aguas, ya sean potables o residuales. es más, durante su aplicación ha reducido el grado de concentración de carbono orgánico total y de parámetros de olor, color, sabor y turbidez de las aguas (Medina, 2016).
- **Desinfectante:** Es una sustancia química que se usa para inactivar o eliminar patógenos microbiológicos presentes en superficies inertes, sin la necesidad de afectar a las esporas bacterianas (Vargas, 2004).

- **Coliformes Totales:** Son bacterias que fermentan lactosa a temperatura de 35°C y producen ácido y gas en 24 horas, son aquellas que no forman esporas y generalmente son aerobias y anaerobias facultativas y se encuentran dentro de las bacterias Gram Negativas.
- **Coliformes fecales:** Son un grupo de organismos que tiene la capacidad de fermentar caseína de 44° - 45°C, se encuentran en un grupo muy reducido del producto de E. Coli.
- **Radiación Ultravioleta.** - La radiación de cierta longitud de onda, se considera como una desinfección efectiva del agua. Es por esto que la radiación (UV), con un aforo de energía alta, se ha venido utilizando por mucho tiempo para el tratamiento de pequeños abastecimientos de consumición (Vargas, 2004)
- **Parámetros microbiológicos:** son patógenos microbiológicos indicadores de la contaminación de los recursos hídricos, también es fundamental cuando se realiza estudio de desinfección del agua de consumo humano, para comparar y cumplan con lo establecido en el reglamento de agua para consumo humano.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

Ha: El módulo de oxidación avanzada es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos en la laguna de Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

H0: El módulo de oxidación avanzada no es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos en la laguna de Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

2.4.2. Hipótesis específica

Ha1: La concentración microbiana está dentro del LMP del DS N° 031-2010-SA. en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

H01: La concentración microbiana no está dentro del LMP del DS N° 031-2010-SA. en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

Ha2: La concentración microbiana está dentro del LMP del DS N° 031-2010-SA. en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

H02: La concentración microbiana no está dentro del LMP del DS N° 031-2010-SA. en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

2.5. Variables e indicadores

2.5.1. Variable independiente

Módulo de Oxidación Avanzada

2.5.2. Variable dependiente

Reducción de concentración de microorganismos

2.6. Operacionalización de variables

Cuadro de Operacionalización de variables

Título de la investigación: Implementación Del Módulo de Oxidación Avanzada En La Reducción de Concentración De Microorganismos Presentes En La Laguna Querococha Localidad de Llacsá, Santa María Del Valle - Huánuco 2021

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE INDEPENDIENTE:					
Módulo de oxidación avanzada	Son factores que debe controlarse regularmente utilizando equipo de oxidación adecuado (García, 2010).	Proceso de oxidación y desinfectante con ozono y rayos UV para llevar a cabo el tratamiento de aguas superficiales mediante el Módulo de Oxidación Avanzada y realizar la recuperación de fuentes de agua previamente contaminados.	Fotoquímica No fotoquímica	Tiempo de tratamiento Tiempo de contacto Concentración de agua Técnica oxidativa pH Temperatura Tiempo de reacción Conductividad	módulo de oxidación avanzada
VARIABLE DEPENDIENTE:					
Reducción de concentración de microorganismos	La desinfección, es la acción de inactivar o eliminar patógenos microbiológicos presentes en el agua, afectando su ciclo de reproducción y generando cambios en su estructura. (García, 2010).	Proceso de reducción de microorganismos presentes en el agua a consecuencia de aplicación de métodos reductores como desinfección física como química.	Parámetros microbiológicos	Coliformes totales Coliformes Termotolerantes	Medios de cultivo

Nota: Modelo de cuadro Arias (2020).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLOGICO

3.1. Tipo de investigación

El proyecto es de tipo aplicativo experimental, siendo que hay manipulación por parte del investigador, prospectivo ya que los datos serán obtenidos en tiempo presente entre los meses de septiembre y octubre del 2021, transversal porque las muestras serán recolectadas en un solo momento y analítico ya que se cuenta con dos variables de estudio el módulo de oxidación avanzada y reducción de microorganismos de la laguna de Querococha del centro poblados San Miguel de Llacsa.

3.1.1. Enfoque de la investigación

En vista a que el estudio de investigación se realizó mediante un análisis de datos numéricos estadísticos para responder y dar soluciones a preguntas planteadas y refutar una hipótesis, el presente proyecto de investigación está considerado como un enfoque cuantitativo.

3.1.2. Alcance o nivel de investigación

El nivel de proyecto reúne las condiciones fundamentales de un estudio explicativo, ya que el proyecto de investigación de desinfección de patógenos microbiológicos se va a demostrar si los parámetros cumplan con lo estipulado en el reglamento, de no cumplirla quedara como un aporte y se expondrá el proyecto para que las autoridades tomen medidas para la gestión adecuado del agua de la laguna Querococha.

3.1.3. Diseño de la Investigación:

El proyecto de investigación usara el diseño experimental totalmente aleatorio estratificado, con la finalidad de comprobar el módulo de oxidación avanzada en la reducción de patógenos microbiológicos del

agua de la laguna de Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Está constituida por 9.183 hectáreas de espejo de agua de la laguna Querococha, cuyas coordenadas UTM (349482.89 m E; 8920878.65 m S).

- **Ubicación espacial**

Laguna Querococha está ubicado en la Localidad de Llacsá a 4 horas aproximadamente de la provincia de Huánuco.

- **Ubicación temporal**

Desde el mes de septiembre-noviembre del año 2021.

3.2.2. Muestra

3.2.2.1. Unidad de análisis

El afluente y efluente del agua superficial de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco.

3.1.1.1. Unidad de muestreo

Se estableció de acuerdo a los puntos de afluente (01 muestra pretratamiento y 20 postratamiento) y efluente (01 muestras pretratamiento y 20 postratamiento) de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco.

Para la inactivación de coliformes totales. -Se realizó de acuerdo a la muestra tomada por cada punto de afluente y efluente de la laguna Querococha del Centro Poblado San Miguel de Llacsá. La muestra no desinfectada fue trasladado directamente al laboratorio de DIRESA – Huánuco, y las otras muestras el tratamiento se realizó en la planta piloto del módulo de oxidación avanzada.

Para la inactivación de Coliformes fecales. - Se realizó de acuerdo a la muestra tomada por puntos de afluente y efluentes del agua de la laguna Querococha, del Centro Poblado San Miguel de Llacsá, a continuación, en la tabla 7 se detalla los puntos de afluente y efluente de la laguna Querococha.

La muestra no desinfectada fue trasladado directamente al laboratorio de DIRESA – Huánuco, y las otras muestras el tratamiento se realizó en la planta piloto del módulo de oxidación avanzada.

A continuación, en la tabla 6 detalla las coordenadas UTM de la ubicación de puntos de recolección de muestra, en la laguna Querococha existe únicamente una entrada y una salida, por lo que se procedió a sacar las muestras de dichas coordenadas, para afluente y efluente.

En la laguna Querococha existe únicamente una entrada y una salida, la ubicación de los puntos de recolección de muestras detalla continuación con sus respectivas coordenadas UTM, ver tabla 6.

Tabla 6.
Cuadro de los Puntos de Afluente y Efluente de la Laguna Querococha

DISTRITO	LOCALIDAD	POBLACIÓN	MUESTRA	
			PUNTOS DE AFLUENTE (COORD. UTM)	PUNTOS DE EFLUENTE (COORD. UTM)
Santa María del Valle	San Miguel de Llacsá	Laguna Querococha	-A1: 349286.17 m E 8920979.09 m S	-E1: 349760.00 m E 8920592.00 m S

Nota: elaborado por el investigador

3.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.3.1. Muestras para desinfección de Coliformes Totales y Termotolerantes mediante el Módulo de Oxidación Avanzada.

Para llevar a cabo la recolección de muestras se siguió el siguiente procedimiento:

a. Procedimiento para la toma de muestra. - Para desarrollar el proyecto de investigación de reducir la concentración microbiológica de coliformes Totales y Termotolerantes mediante el Módulo de Oxidación Avanzada, La muestra se ha tomado del punto de afluente y efluente del agua superficial de la laguna Querococha. Para la recolección muestras se empleó botellas de plástico de un 1 litro totalmente esterilizados, de la misma forma antes de recolectar se enjuago dos a tres veces, esto se hizo con aguas de afluente y efluente de la laguna Querococha con la finalidad de eliminar cualquier sustancia que no corresponda con el agua que se va analizar en el proyecto de investigación, finalmente se llenó la muestra el agua, siempre dejando un espacio de 1/3 en el frasco de la muestra y se tapó, claro que también en este procedimiento de toma de muestra se evitó coger los envases por la boca.

Se recopilo información de campo: a horas 8:40 Am se procedió sacar las muestras del afluente que está ubicado a unas coordenadas (latitud: -9.75929 longitud: -76.37374) y se realizó el análisis del pH del agua, la cual dio como resultado un pH neutro, se realizó el análisis de la temperatura del ambiente que fue de 24°C y la temperatura del agua de 10°C.

A horas 10:00 Am se procedió a sacar las muestras del efluente que está ubicado a unas coordenadas (latitud: -9.76200 longitud: -76.36974) en esta fuente también se realizó el análisis de pH lo cual dio como resultado un pH neutro: se tomó la temperatura del ambiente y dio como resultado una temperatura de 25°C y la temperatura del agua 13°C.

b. Identificación de la muestra. - A medida que se iba recolectando, se procedió a etiquetar cada una de las muestras de afluente y efluente de laguna Querococha, dicha etiqueta tenía los siguientes datos:

1. Numero de muestra: de acuerdo a la recolección de muestras de afluente y efluente de la laguna Querococha.

2. Código de muestra: 5 punto de afluente y 5 puntos de efluente, para un estudio de desinfección en 4 tiempos diferentes por punto.
3. Tiempo de muestra o fuente de agua: agua superficial de afluente y efluente de la laguna Querococha.
4. Descripción de punto de muestreo: existe únicamente una entrada y salida de la laguna Querococha.
5. Fecha y hora de la muestra.
6. Tipo de análisis: desinfección por oxidación en el módulo de oxidación Avanzada.
7. Nombre de responsable del proyecto de investigación.
8. Datos del responsable de la toma de muestra.

c. Transporte de la muestra. - Para conservación de la muestra durante el transporte de la localidad de Llacsá a Huánuco, donde se encontraba la plata piloto del módulo de oxidación se trasladó en un contenedor para proteger de los factores climáticos. Esto con la finalidad de que las muestras tomadas de afluente y efluente del agua superficial no se deteriore ni realicen un cambio de estructura del agua.

Una vez realizado su traslado, las muestras se ha almacenado de forma segura debidamente tapada, además indicar que el proceso de recolección, transporte y desinfección (Modulo de Oxidación Avanzada) se llevó a cabo según las medidas, precauciones y recomendaciones determinadas por la Dirección Regional de Salud Ambiental - DIRESA.

d. Etiquetado. - Las muestras han sido etiquetadas según lo indicado en la normativa de la Dirección Regional de Salud – Huánuco, donde se especificaron lo siguiente:

- Lugar
- Punto de muestreo,
- Fecha de recolección
- Nombre del responsable.

e. Desinfección bacteriológica. – La desinfección de Coliformes Totales y Termotolerantes se realizó en una Planta piloto del Módulo de Oxidación Avanzada; donde se aplicó los equipos de Ozono y UV.

Para la desinfección se añadió 5 litros de un punto de muestreo, lo cual el tiempo de contacto se dio después de los 20 segundos aproximadamente, a partir de ello se controló los tiempos de tratamiento que fueron durante los 15 minutos, 30 minutos, 45 minutos y 60 minutos, a medida que cumplía los tiempos de tratamiento se iba sacando las muestras desinfectadas para su posterior envío al laboratorio de DIRESA-HCO. de la misma forma se llevó a cabo para todos los puntos de muestreo de afluente y efluente.

También se llevó las muestras no desinfectadas tanto del afluente como del efluente al laboratorio de DIRESA-HUANUCO.

Para la desinfección se consideró los siguientes puntos:

Oxidantes: Ozono y UV

Tiempo de tratamiento: 15 minutos; 30 minutos; 45 minutos y 60 minutos (se sacó 1 litro de muestra por cada tiempo de tratamiento).

Tiempo de contacto: 20 segundos

Concentración de agua: superficial

Técnica oxidativa: tratamiento combinado O3/UV

3.3.2. Técnicas para presentación de datos:

- **Procedimiento de recolección de datos.** - Se llevó a cabo en tiempo de 3 meses, entre recolección de muestras, y desinfección del afluente y efluente del agua superficial de la laguna Querococha, mediante le Modulo de oxidación avanzada aplicando Ozono y UV. La inactivación microbiológica, básicamente se ha enfocado en reducir el grado de concentración de coliformes Totales y Termotolerantes.

- **Procedimiento de elaboración de datos.** - una vez realizado la desinfección de patógenos microbiológicos en cuatro tiempos diferentes por punto de muestreo, se envió la muestra al laboratorio para determinar la efectividad de acuerdo a los resultados obtenidos. De la misma manera se hizo formación estadísticos con sus respectivos gráficos y se realizó la interpretación de los objetivos planteados para después desempeñarse el encuentro con otros proyectos.

3.3.3. Análisis e interpretación de datos

Plan de tabulación. - En base a los objetivos de la investigación, se ha seguido los procedimientos indicados para el proceso de recolección de datos, y para llevar a cabo el proceso de desinfección de patógenos microbiológicos. Entre los objetivos planteados tenemos los siguientes:

- Se ha visitado el lugar para realizar un estudio previo sobre el proyecto de investigación.
- Se gestionó y coordinó con las autoridades del Centro Poblado de San Miguel de Llacsá y las autoridades del Distrito de Santa María del Valle, para ejecutar el proyecto planteado, y sirva como base para tomar medidas y que las áreas responsables puedan gestionar el manejo adecuado del agua superficial.
- Mediante un paloteo manual se ejecutó la tabulación de los datos recopilado del estudio del módulo de oxidación en la reducción de la agrupación de microorganismos.
- El análisis e interpretación de resultados se presenta en cuadros estadísticos.
- Las conclusiones y recomendaciones se han planteado de acuerdo a lo que se ha obtenido en el proyecto de investigación.

- El informe final del proyecto será entregado a la entidad involucrada para su conocimiento y puedan tomar medidas adecuadas con respecto a los resultados del proyecto.

Plan de análisis. – Se desarrolló a través de la descripción de cuadros, y mediante la frecuencia absoluta, frecuencia relativa y la discusión con resultados de otros autores se ha analizado e interpretado todos los datos obtenidos.

Prueba estadística. - para contrastación de hipótesis el método que se ha utilizado es el chi cuadrado no paramétrico, a un nivel de significancia de 0.05 (95%) los cálculos han sido analizados con el paquete estadístico SPSS versión 21 para Windows.

Esquema del chi cuadrado:

$$X^2 = \sum_i \frac{(F.Observada_i - F.Esperada_i)^2}{F.Esperada_i}$$

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Procesamiento de datos

Tabla 7.

Parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.

		Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
A_Cond_umho_cm_PRE	Pre	22	0	22	22
	15 min.	22.2	0.2	21.64	22.76
	30 min.	22	0.54	20.48	23.52
A_Cond_umho_cm_POS	45 min.	22.4	0.4	21.29	23.51
	60 min.	22.4	0.5	20.98	23.82
	Pre	11	0	11	11
A_SolT_mg_I_PRE	15 min.	11.2	0.2	10.64	11.76
	30 min.	10.8	0.37	9.76	11.84
	45 min.	11.2	0.37	10.16	12.24
A_SolT_mg_I_POS	60 min.	11.2	0.2	10.64	11.76
	Pre	3	0	3	3
	15 min.	2.4	0.24	1.72	3.08
A_Turb_UNT_POS	30 min.	2.2	0.2	1.64	2.76
	45 min.	2.4	0.24	1.72	3.08
	60 min.	2.2	0.2	1.64	2.76
A_Color_UCV_PRE	Pre	98	0	98	98
	15 min.	91	2.81	83.2	98.8
	30 min.	112.8	20.08	57.03	168.57
A_Color_UCV_POS	45 min.	91.6	2.54	84.54	98.66
	60 min.	111.2	20.67	53.79	168.6
	Pre	6.27	0.16	5.83	6.71
A_pH_PRE	15 min.	6.96	0.02	6.89	7.03
	30 min.	7.16	0.19	6.64	7.68
	45 min.	6.94	0.02	6.87	7.01
A_pH_POS	60 min.	7.16	0.19	6.64	7.68

A_Cond_umho_cm_PRE: Afluente_Conductividad (micromho por centímetro)_Pretratamiento.
A_Cond_umho_cm_POS: Afluente_Conductividad (micromho por centímetro)_Postratamiento.
A_SoIT_mg_l_PRE: Afluente_Solidos Totales (miligramos por litro)_Pretratamiento.
A_SoIT_mg_l_POS: Afluente_Solidos Totales (miligramos por litro)_Postratamiento.
A_Turb_UNT_PRE: Afluente_Turbiedad (unidades nefelométricas de turbidez)_Pretratamiento.
A_Turb_UNT_POS: Afluente_Turbiedad (unidades nefelométricas de turbidez)_Postratamiento.
A_Color_UCV_PRE: Afluente_Color (unidad de color verdadero)_Pretratamiento.
A_Color_UCV_POS: Afluente_Color (unidad de color verdadero)_Postratamiento.
A_pH_PRE: Afluente_Potencial de Hidrogeno_Pretratamiento.
A_pH_POS: Afluente_Potencial de Hidrogeno_Pretratamiento.

Fuente: Datos recolectados antes y después de la intervención

Luego de la intervención en el afluente con el módulo de oxidación avanzada, la turbidez muestra un decremento en todos los casos. Asimismo, se aprecia incrementos en la conductividad (45 y 60 min.), sólidos totales (15, 45 y 60 min.), color (30 y 60 min.) y el pH (en todos los casos).

Tabla 8.

Parámetros físicoquímicos en el efluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.

		Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
E_Cond_umho_cm_PRE	Pre	40	0	40	40
	15 min.	19.2	0.49	17.84	20.56
E_Cond_umho_cm_POS	30 min.	20.4	0.24	19.72	21.08
	45 min.	19.2	0.2	18.64	19.76
	60 min.	20.4	0.24	19.72	21.08
E_SolT_mg_l_PRE	Pre	25	0	25	25
	15 min.	18.4	1.86	13.24	23.56
E_SolT_mg_l_POS	30 min.	10.2	0.2	9.64	10.76
	45 min.	18	2	12.45	23.55
	60 min.	10.6	0.24	9.92	11.28
E_Turb_UNT_PRE	Pre	48	0	48	48
	15 min.	79.2	19.94	23.83	134.57
E_Turb_UNT_POS	30 min.	94.2	16.89	47.29	141.11
	45 min.	79.4	19.31	25.8	133
	60 min.	93.8	16.98	46.66	140.94
E_Color_UCV_PRE	Pre	3	0	3	3
	15 min.	8	0.77	5.85	10.15
E_Color_UCV_POS	30 min.	18.2	2.06	12.48	23.92
	45 min.	8.6	0.24	7.92	9.28
	60 min.	20.2	0.2	19.64	20.76
E_pH_PRE	Pre	7	0	7	7
	15 min.	7.04	0.04	6.93	7.15
E_pH_POS	30 min.	6.96	0.04	6.85	7.07
	45 min.	7.02	0.02	6.96	7.08
	60 min.	6.98	0.04	6.88	7.08

E_Cond_umho_cm_PRE: Efluente_Conductividad (micromho por centímetro)_Pretratamiento.

E_Cond_umho_cm_POS: Efluente_Conductividad (micromho por centímetro)_Postratamiento.

E_SolT_mg_l_PRE: Efluente_Solidos Totales (miligramos por litro)_Pretratamiento.

E_SolT_mg_l_POS: Efluente_Solidos Totales (miligramos por litro)_Postratamiento.

E_Turb_UNT_PRE: Efluente_Turbiedad (unidades nefelométricas de turbidez)_Pretratamiento.

E_Turb_UNT_POS: Efluente_Turbiedad (unidades nefelométricas de turbidez)_Postratamiento.

E_Color_UCV_PRE: Efluente_Color (unidad de color verdadero)_Pretratamiento.

E_Color_UCV_POS: Efluente_Color (unidad de color verdadero)_Postratamiento.

E_pH_PRE: Efluente_Potencial de Hidrogeno_Pretratamiento.

E_pH_POS: Efluente_Potencial de Hidrogeno_Postratamiento.

Fuente: Datos recolectados antes y después de la intervención

Luego de la intervención en el efluente con el módulo de oxidación avanzada, la conductividad y los sólidos totales muestran un decremento en todos los casos, lo mismo que en el pH (30 y 60 min.). Asimismo, se aprecia incrementos en la turbidez y el color en todos los casos.

Tabla 9.

Concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.

		Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
A_ColiT_UFC_100ml_PRE	Pre	745	0	745	745
	15 min.	361.8	34.04	267.3	456.3
A_ColiT_UFC_100ml_POS	30 min.	180.6	14.81	139.48	221.72
	45 min.	63	4.54	50.4	75.6
	60 min.	0	0	0	0
A_ColiTerm_UFC_100ml_PRE	Pre	586	0	586	586
	15 min.	277	32.58	186.53	367.47
A_ColiTerm_UFC_100ml_POS	30 min.	102.4	7.15	82.56	122.24
	45 min.	29.2	5.99	12.58	45.82
	60 min.	0	0	0	0

A_ColiT_UFC_100ml_PRE: Afluente_Coliformes Totales (unidad formadora de colonias por cien mililitros)_Pretratamiento.

A_ColiT_UFC_100ml_POS: Afluente_Coliformes Totales (unidad formadora de colonias por cien mililitros)_Postratamiento.

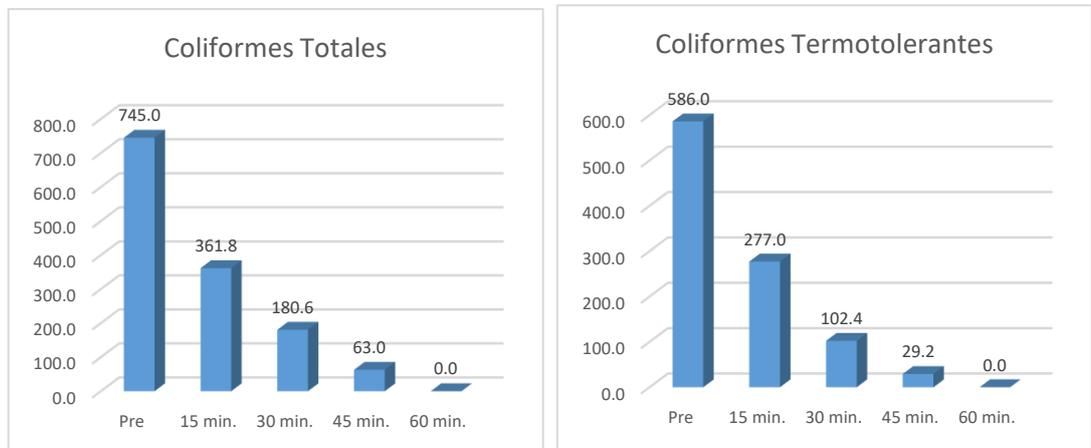
A_ColiTerm_UFC_100ml_PRE: Afluente_Coliformes Termotolerantes (unidad formadora de colonias por cien mililitros)_Pretratamiento.

A_ColiTerm_UFC_100ml_POS: Afluente_Coliformes Termotolerantes (unidad formadora de colonias por cien mililitros)_Pretratamiento.

Fuente: Datos recolectados antes y después de la intervención

Figura 2.

Concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.



Fuente: Datos recolectados antes y después de la intervención

Luego de la intervención se aprecia el éxito del módulo de oxidación avanzada en las Coliformes totales y las Coliformes termo tolerantes para un tiempo de 60 minutos.

Tabla 10.

Concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.

		Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
E_ColiT_UFC_100ml_PRE	Pre	1146	0	1146	1146
E_ColiT_UFC_100ml_POS	15 min.	393.2	80.3	170.3	616.1
	30 min.	304.8	59	140.9	468.7
	45 min.	179.6	48.2	45.9	313.3
	60 min.	87	17.7	37.7	136.3
E_ColiTerm_UFC_100ml_PRE	Pre	849	0	849	849
E_ColiTerm_UFC_100ml_POS	15 min.	298.4	77.4	83.6	513.2
	30 min.	173	47.8	40.4	305.6
	45 min.	89.2	24.6	20.8	157.6
	60 min.	30.6	19.1	-22.4	83.6

E_ColiT_UFC_100ml_PRE: Efluente_Coliformes Totales (unidad formadora de colonias por cien mililitros_Pretratamiento.

E_ColiT_UFC_100ml_POS: Efluente_Coliformes Totales (unidad formadora de colonias por cien mililitros_Postratamiento.

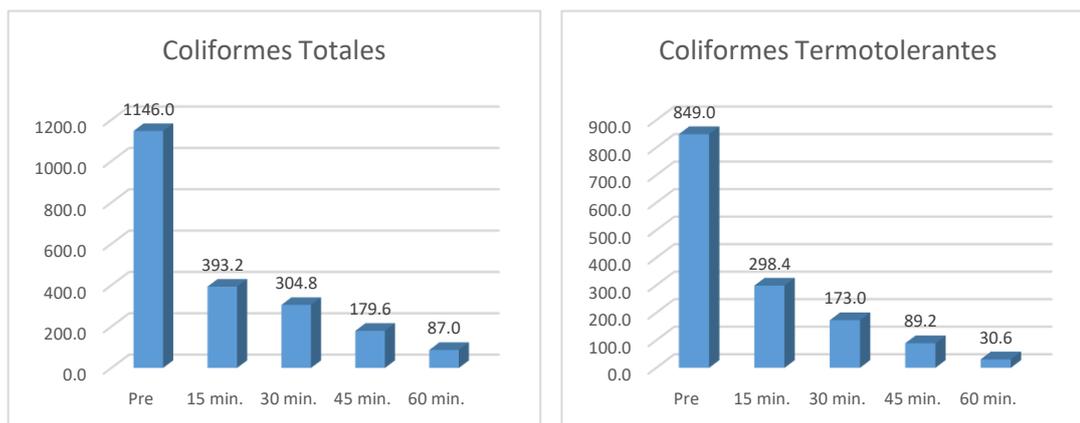
E_ColiTerm_UFC_100ml_PRE: Efluente_Coliformes Termotolerantes (unidad formadora de colonias por cien mililitros_Pretratamiento.

E_ColiTerm_UFC_100ml_POS: Efluente_Coliformes Termotolerantes (unidad formadora de colonias por cien mililitros_Pretratamiento.

Fuente: Datos recolectados antes y después de la intervención

Figura 3.

Concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha antes y después de la implementación del módulo de oxidación avanzada.



Fuente: Datos recolectados antes y después de la intervención

Luego de la intervención se aprecia que no se tuvo éxito con el módulo de oxidación avanzada en la remoción de la concentración microbiana en el efluente.

Tabla 11.

Prueba de normalidad para evaluar los datos recolectados de la concentración microbiana

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Grupo	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
A_ColiT_UFC_100ml_DIF	1,00	,220	5	0,200*	,959	5	,799
	2,00	,341	5	0,058	,797	5	,077
	3,00	,216	5	0,200*	,965	5	,840
A_ColiTerm_UFC_100ml_DIF	1,00	,344	5	0,054	,837	5	,156
	2,00	,240	5	0,200*	,955	5	,775
	3,00	,223	5	0,200*	,933	5	,614
E_ColiT_UFC_100ml_DIF	1,00	,215	5	0,200*	,929	5	,588
	2,00	,307	5	0,140	,881	5	,312
	3,00	,281	5	0,200*	,795	5	,073
	4,00	,266	5	0,200*	,844	5	,176
E_ColiTerm_UFC_100ml_DIF	1,00	,232	5	0,200*	,889	5	,352
	2,00	,338	5	0,064	,790	5	,067
	3,00	,333	5	0,074	,811	5	,099
	4,00	,363	5	0,060	,755	5	,063

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

c. A_ColiT_UFC_100ml_DIF es constante cuando Grupo = 4,00. Se ha omitido.

d. A_ColiTerm_UFC_100ml_DIF es constante cuando Grupo = 4,00. Se ha omitido.

La prueba de normalidad, llevada a cabo nos indica que el p-valor obtenido en los datos de la concentración microbiana, los datos se aproximan a una distribución normal por lo que se aprecia que cada caso es superior al nivel de significancia (0.05 o 5%). Por lo tanto, es pertinente el empleo de una prueba estadística paramétrica para la contrastación de la hipótesis, dicha prueba de contrastación es el ANOVA con un factor Inter sujetos.

4.2. Contrastación de la hipótesis

En primer lugar, se evaluarán los datos de la concentración microbiana en el afluente mediante el planteamiento de la siguiente hipótesis: El módulo de oxidación avanzada es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos en el afluente de la laguna de Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021. Para ello la hipótesis operativa será:

Hipótesis:

H1: La efectividad a diversos tiempos de uso del módulo de oxidación avanzada tiene resultados diferentes en la reducción de la concentración microbiana en el afluente de la laguna de Querocha
La hipótesis nula niega la hipótesis alterna

Nivel de significancia: 5%

Procedimiento estadístico: ANOVA con un factor inter sujetos

Cálculo del p-valor:

Tabla 12.
ANOVA con un factor inter sujetos en el afluente

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
A_ColiT_UFC_100ml_POS	Entre grupos	379,286,550	3	126,428,850	72,323	0,00
	Dentro de grupos	27,970,000	16	1,748,125		
	Total	407,256,550	19			
A_ColiTerm_UFC_100ml_POS	Entre grupos	231,644,550	3	77,214,850	53,780	0,00
	Dentro de grupos	22,972,000	16	1,435,750		
	Total	254,616,550	19			

A_ColiT_UFC_100ml_POS: Afluente_Coliformes Totales (unidad formadora de colonias por cien mililitros) _Postratamiento.

A_ColiTerm_UFC_100ml_POS: Afluente_Coliformes Termotolerantes (unidad formadora de colonias por cien mililitros) _Postratamiento.

Los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis nos indican que existe diferencia en los resultados que se obtienen en la reducción de la concentración bacteriana cuando se opera a diferentes tiempos. Los resultados descriptivos nos indican que en el afluente se tuvo éxito en la remoción de Coliformes (totales y Termotolerantes).

En segundo lugar, se evaluarán los datos de la concentración microbiana en el efluente mediante el planteamiento de la siguiente hipótesis: El módulo de oxidación avanzada es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos en el efluente de la laguna de Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021. Para ello la hipótesis operativa será:

Hipótesis:

H1: La efectividad a diversos tiempos de uso del módulo de oxidación avanzada tiene resultados diferentes en la reducción de la concentración microbiana en el efluente de la laguna de Querococha

La hipótesis nula niega la hipótesis alterna

Nivel de significancia: 5%

Procedimiento estadístico: ANOVA con un factor Inter sujetos

Cálculo del p-valor:

Tabla 13.
ANOVA con un factor inter sujetos en el efluente

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
E_ColiT_UFC_100ml_POS	Entre grupos	273,605,750	3	91,201,917	5,807	0,007
	Dentro grupos	251,290,800	16	15,705,675		
	Total	524,896,550	19			
E_ColiTerm_UFC_100ml_POS	Entre grupos	202,426,000	3	67,475,333	5,844	0,007
	Dentro grupos	184,731,200	16	11,545,700		
	Total	387,157,200	19			

E_ColiT_UFC_100ml_POS: Efluente_Coliformes Totales (unidad formadora de colonias por cien mililitros) _Postratamiento.

E_ColiTerm_UFC_100ml_POS: Efluente_Coliformes Termotolerantes (unidad formadora de colonias por cien mililitros) _Postratamiento.

Los resultados obtenidos de la prueba de hipótesis nos indican que existe diferencia en los resultados que se obtienen en la reducción de la concentración bacteriana cuando se opera a diferentes tiempos. Los resultados descriptivos nos indican que en el efluente no se tuvo éxito en la remoción de Coliformes (totales y Termotolerantes).

CAPITULO V

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Contrastación de resultados

Con respecto al objetivo principal de Determinar la efectividad del Módulo de Oxidación Avanzada en la reducción de concentración de microorganismos presentes en la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huanuco-2021.

Se ha encontrado que el Módulo de Oxidación Avanzada (Ozono y UV) es efectivo en la reducción de concentración de microorganismo presentes en el Afluyente, pero no resulto efectivo en el efluente de la laguna Querococha. En el estudio realizado en una reacción de 4 tiempos diferentes, se constató que a un tiempo de 60 minutos se redujo la concentración microbiológica de coliformes Totales y Termotolerantes, y comparando con la normativa del Reglamento de Calidad del Agua para Consumo Humano el D.S. N° 031-2010-SA, el agua del afluyente de la laguna Querococha es apto para consumo humano. Pero en el efluente de la laguna Querococha, el módulo de oxidación avanzada no ha sido efectivo en reducir a un tiempo de 60 minutos la concentración microbiológica, los valores se encuentra por encima de lo establecido en la normativa, por tanto, el agua del efluente no es apto para consumo humano.

El autor (Perez, 2019) mediante el tratamiento de radiación ultravioleta artificial de 254 nm por un tiempo de 25 horas, logro reducir los Coliformes totales NMP de 1100 a 35, llegando a que el tratamiento no logro la eliminación al 100% de coliformes Totales.

La diferencia con lo que Pérez hizo en su estudio, es que en este estudio de Módulo de Oxidación Avanzada se realizó la oxidación mediante el equipo de UV y el equipo Ozono, lo cual se obtuvo que los resultados en afluyente, son aptos para consumo humano debido a que el

equipo es efectivo a los 60 minutos, logrando reducir la cantidad de Coliformes totales NMP de 745 a 0, logrando reducir al 100% y en comparación con los valores estipulados en el reglamento, el agua es apto para consumo humano. Con respecto al efluente de la laguna Querococha aplicando los mismos equipos de UV y O₃ en el Módulo de Oxidación se logró reducir a los 60 minutos la cantidad de Coliformes totales NMP de 1146 a 87, lo cual no existe mucha diferencia con lo que realizó Pérez en su estudio, ya que no se logró reducir al 100%, en comparación con lo dispuesto en el reglamento D.S. N° 031-2010-SA, supera los valores establecidos, por tanto, el agua no es apto para consumo humano.

El autor (Roldan, 2019) determinó la población total de coliformes fecales del afluente de PTAR de San José, Chiclayo donde inicialmente tenía una cantidad de 900 000 NMP/100MI (Testigo) donde supera el límite máximo permisible aceptable para los efluentes PTAR (10⁴ NMP/100ml) ministerio del ambiente 2010. Posteriormente los tratamientos con lámparas de rayos UV de 17W y 25W se obtuvo resultados menores de 25000 y 15000 NMP/100MI respectivamente, lo cual también superan los LMP. Pero en el tratamiento con lámpara de rayos UV de 46W, logró un menor resultado de <1.6 NMP/100MI de Coliformes Termotolerantes resultados menor que LMP D.S. N° 003-2010 MINAM.

La diferencia con la que roldan obtuvo en su estudio, el módulo de oxidación avanzada mediante UV y Ozono obtuvo los siguientes resultados de Coliformes Termotolerantes. En el afluente de la laguna Querococha en pretratamiento se tenía una cantidad de Coliformes Termotolerantes de 586 NMP/100MI, posteriormente según las reacciones estudiadas en 4 tiempos diferentes (15min, 30min. 45min. Y 60min) los resultados han ido disminuyendo, logrando así que a un tiempo de 60 minutos se obtuvo un resultado de 0.0 NMP/100MI, esto indica que cumple con los valores establecidos en el LMP del reglamento.

Con respecto al efluente, en la etapa pretratamiento se tenía una cantidad de 846.0 NMP/100ML, posteriormente según las reacciones estudiadas en 4 tiempos diferentes, los resultados han ido disminuyendo favorablemente, pero a los 60 minutos el equipo de módulo de oxidación logro disminuir hasta los 30.6 NMP/100ML de Coliformes Termotolerantes, la cual indica que supera los parámetros establecidos.

La diferencia con la que roldan obtuvo, es que aparte de realizar el tratamiento solo con rayos UV, realizaron un estudio de un agua PTAR, en cambio en este estudio se desinfecto mediante los equipos de UV y ozono, y la ventaja de la disminución del Módulo de Oxidación Avanzada es que el tratamiento estudiado es de una fuente superficial, por eso la diferencia y la reducción de las cantidades de Coliformes Termotolerantes en el pretratamiento y postratamiento de ambos estudios.

(cruz, 2017), en su estudio de la eliminación de contaminante emergentes de aguas mediante procesos de oxidación avanzada, realizó el tratamiento de oxidación avanzada mediante el peróxido de hidrogeno (H_2O_2) y radiación UV, donde se investigó la efectividad de estos equipos en la eliminación de los contaminantes del agua residual a pH libre 22 °C.

A un tiempo de tratamiento de 5 minutos con 10 mg L-1 de peróxido de hidrogeno y a una Radiación Ultravioleta de 254 nm. Alcanzó la eliminación de 62% de agua residual. Para ver la contribución del peróxido de hidrogeno, se comparó con el uso de la radiación ultravioleta por si sola. A un tiempo de 5 minutos de irradiación se logró solo el 37% de degradación de los contaminantes de agua residual. Por tanto, la degradación es mayor al añadir el peróxido de hidrogeno.

Durante los 5 minutos de tratamientos con 10 mg L-1 de H_2O_2 y radiación UV a 254 nm, logro una degradación de 62%. Para evaluar la efectividad del oxidante de peróxido de hidrogeno, se comparó con el uso de la radiación UV en una muestra de agua residual. Después de los 5

minutos de tratamiento con radiación UV el resultado de la eliminación fue solo de un 37%, esto indica que hay un incremento en proceso de desinfección cuando se añade el peróxido de hidrogeno, ya que este último influye en la formación del radical hidroxilo.

La diferencia con la que De la Cruz obtuvo, es que en este estudio de módulo de oxidación se aplicó el Ozono y radiación UV por lo que además se trató un agua superficial, lo cual se logró que el agua al estar expuesto a más tiempo se logra resultados favorables, en este caso la reacción se realizó en 4 tiempos diferentes, y a los 60 minutos de tratamiento se logró al 100% la eliminación de patógenos microbiológicos presentes en el afluente, lo cual indica que los valores cumplen con lo estipulado en el reglamento. Pero el resultado obtenido del efluente de la laguna Querococha a los 60 minutos no se logró los resultados esperados.

Por tanto, para obtener resultados favorables depende mucho del tiempo de tratamiento y los equipos de oxidación a aplicar como De La Cruz realizó en su estudio mediante el tratamiento combinado de Radiación UV y Peróxido de Hidrogeno (UV/H₂O₂) para agua residual, en este estudio mediante ozono/UV para agua superficial, el tratamiento de agua no es tan efectivo cuando solo se aplica el tratamiento UV y no se podrá lograr la efectividad al 100% como menciona De La Cruz.

Con respecto al objetivo específico de Evaluar la concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsa, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

Se ha encontrado que el Módulo de Oxidación Avanzada mediante la aplicación de Ozono y UV es efectivo en reducción de concentración de microorganismos presentes en el agua de la laguna Querococha. El estudio de reacción se realizó en 4 tiempos diferentes, durante 15min., 30min., 45min., y 60 minutos, logrando así la efectividad al 100% a un tiempo de 60 minutos. Cabe indicar que los resultados pretratamiento y postratamiento en cuatro tiempos diferentes han ido variando y

disminuyendo. Se logro reducir los Coliformes totales NMP de 745 a 0 (60 minutos) y los Coliformes Termotolerantes NMP de 586 a 0 (60 minutos), esto indica que cumple con los valores establecido en el reglamento y el agua es apto para consumo.

(Moreno, 2017) en procedimiento para la desinfección de agua mediante fotocátalisis solar, aplico la desinfección no fotocatalizada y por medio de fotocátalisis. Logrando así el siguiente porcentaje de remoción de bacterias:

El resultado de la desinfección no fotocatalizada muestra una reducción de Coliformes totales del orden de 99,99% de efectividad cuando la radiación alcanza los 15KJ/L. para el caso de la desinfección mediante fotocátalisis solar, hubo una remoción del 95.00% de bacterias Coliformes totales a la misma energía acumulada. La desinfección mediante fotocátalisis solar llega alcanzar una reducción de bacterias del orden de 99.91% cuando la energía acumulada fue de 30KJ/L. La eficiencia de remoción de Coliformes Termotolerantes o fecales para el proceso de fotocátalisis dentro del reactor fue de 99.44%. la remoción de Coliformes fecales mediante la desinfección no fotocatalizada fue de 99.99% cuando la energía acumulada alcanzó los 23KJ/L.

La diferencia con lo que Moreno logro en su estudio, en este estudio la desinfección se realizó mediante Ozono y UV (proceso de oxidación) lo cual en la disminución de Coliformes totales ha sido efectivo en el afluente de la laguna Querococha, a una reacción de 60 minutos, la eliminación de coliformes Totales y Termotolerantes se dio a 100%, en comparación con el parámetro indicado en el Reglamento, el agua es apto para consumo humano y Con respecto al efluente el equipo de módulo de oxidación no ha sido efectivo a los 60 minutos, solo se logró reducir de Coliformes totales NMP 1146 a 87 y Coliformes Termotolerantes NMP 849 a 30.6 lo cual indica que los valores se encuentra por encima de lo plasmado en el reglamento.

Con respecto al objetivo específico Analizar la concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsa, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco - 2021.

Se ha encontrado que el Módulo de Oxidación Avanzada mediante la aplicación de Ozono y UV, en el tiempo de reacción estudiada no se logró los resultados esperados, los resultados de la desinfección de la concentración de microorganismos presentes realizada en diferentes tiempos (15min., 30min., 45min., y 60 min.) han sido lo siguiente: para Coliformes totales se logró la reducción de 1146 a 87 NMP y para Coliformes Termotolerantes de 849 a 30.60 NMP. Lo cual indica que se encuentra por encima de lo establecido en el reglamento.

(Perez, 2018) en su estudio “evaluación de la oxidación de contaminantes en agua de pelambre de la curtiembre, mediante un proceso de oxidación avanzada con ultrasonido asistido con Ozono y radiación UV” logro lo siguiente en la remoción de sulfuros y la remoción del DQO.

Con la aplicación de proceso intensificado con Ozono y radiación ultravioleta, en remoción de sulfuros se logró reducir el 22 % a pH 11 y 75% de ultrasonido, las más desfavorables se obtuvo una reducción de 6.2% a las mismas condiciones de pH y la misma potencia de ultrasonido.

El valor de remoción más alta se conseguido en el DQO, se logró el 11.1% a un pH 11 y 75% de potencia de ultrasonido. La reducción con valor bajo de 3.6%, obtuvo a pH 13 y 25% de potencia, por tanto, se verifica que a una potencia mayor el sistema favorece, también el pH influye en la condición de hidrolisis y oxidación.

La diferencia con la que Pérez realizó en su estudio, indica que el módulo de oxidación avanzada (Ozono y UV) no solo se aplica para la desinfección de microorganismos presente en el agua, sino también se puede aplicar para la remoción de parámetros de DQO y Sulfuros.

Con respecto al objetivo específico Describir los parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsá, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco - 2021.

El afluente del agua superficial de la laguna Querococha a una temperatura de ambiente 24°C (hora 8:40 Am) y a una temperatura del agua 10°C (hora 8:45 Am). Se ha encontrado que durante el pretratamiento y postratamiento del módulo de oxidación avanzada aplicando Ozono y UV, se ha encontrado lo siguiente:

CONDUCTIVIDAD

La conductividad del afluente de la laguna Querococha, antes de la intervención del Módulo de Oxidación Avanzada tenía una cantidad de 22.00 umho/cm, lo cual indica que se encuentra por debajo de lo estipulado en el reglamento D.S. N° 031-2010-SA. Después de la intervención del módulo de oxidación avanzada en tiempos diferentes (15min. 30 min. 45 min. Y 60 min.) los resultados han ido incrementando con poca diferencia logrando así un incremento de 22.40 umho/cm (t=45min. y t=60min.) el valor se encuentra por debajo de lo estipulado en el reglamento.

SOLIDOS TOTALES

En los Sólidos totales del afluente de la laguna, pretratamiento se tenía una cantidad de 11.00 mg/L y postratamiento los resultados han ido incrementando logrando así la cantidad de 11.20 mg/L (t=45min. y t=60min.) con poca diferencia, en comparación con la normativa, se encuentra por debajo de lo estipulado en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

TURBIEDAD

con respecto a la Turbiedad, pretratamiento se tenía una cantidad de 3.00 UNT y postratamiento los resultados ha ido disminuyendo logrando así la reducción hasta 2.20 UNT (t= 60 min.) en comparación

Reglamento de Agua para Consumo Humano se encuentra por debajo de lo estipulado.

COLOR

Con respecto al color, en pretratamiento se tenía una cantidad de 98.00 UCV y postratamiento los resultados se ha incrementado significativamente obteniendo así la cantidad más alta de 112.80 UCV (t=30 min.) y 111.20 (t=60min.) en comparación al Reglamento de Agua para Consumo Humano no cumple, porque se encuentra por encima de lo establecido.

pH

Con respecto a pH, en pretratamiento se tenía una cantidad de pH=6.272 y postratamiento los resultados se ha incrementado a pH=7.160 (t=30min. y t=60min.) en comparación al Reglamento, el valor obtenido está en el rango establecido.

El autor (Gonzales, 2017) realizó el tratamiento de módulo de oxidación mediante O_3/UV y determinó los parámetros fisicoquímicos Pre y Pos tratamiento del agua sintética sin fortificar. Menciona que el resultado no tuvo una reducción significativa de los siguientes parámetros analizados (pH, temperatura conductividad y carbono orgánico disuelto) a excepción de la turbidez UNT (pretratamiento 18,93 y postratamiento 14,97), de los sólidos en suspensión mg/L (pretratamiento 5,5 y postratamiento 4,8) y la demanda química del oxígeno mg/L (pretratamiento 51,2 y postratamiento 46,6).

La diferencia con la que Gonzales realizó en su estudio, también en este estudio con respecto a parámetros físico químicos no se apreció un aumento o reducción significativa de los parámetros de (conductividad, solidos totales, turbidez y pH) a excepción del parámetro Color UVC, ha incrementado significativamente obteniendo así la cantidad más alta de 112.80 UCV (t=30 min.) y 111.20 UCV (t=60min.) y en comparación con el LMP D.S. N° 031-2010-SA no cumple con los parámetros establecidos.

Con respecto al objetivo específico Describir los parámetros físico químicos en el efluente de la laguna Querococha del C.P. de Llacsa, del Distrito de S.M. del Valle, Región Huánuco – 2021.

El efluente del agua superficial de la laguna Querococha a una temperatura de ambiente 25°C (hora 9:50 Am) y a una temperatura del agua 13°C (hora: 9:55 Am). Se ha encontrado que durante el pretratamiento y postratamiento del módulo de oxidación avanzada aplicando Ozono y UV, los resultados de parámetros fisicoquímicos son los siguientes:

CONDUCTIVIDAD

La conductividad del efluente de la laguna Querococha, antes de la intervención del módulo de oxidación avanzada tenía una cantidad de 40.00 umho/cm, lo cual indica que se encuentra por debajo de los parámetros estipulados en el Límite Máximo Permisible del D.S. N° 031-2010-SA. Después de la intervención del módulo de oxidación avanzada en tiempos diferentes (15min. 30 min. 45 min. Y 60 min.) los resultados han ido decreciendo logrando así una reducción de 20.40 umho/cm (t=30min. y t=60min.) este resultado también se encuentra por debajo de lo estipulado de dicha normativa.

SOLIDOS TOTALES

Los Solidos totales del efluente de la laguna, pretratamiento se tenía una cantidad de 25.00 mg/L y postratamiento se ha logrado la reducción hasta 10.20 mg/L (t=30min. y t=60min.), en comparación con el reglamento, el valor obtenido se encuentra por debajo de lo establecido.

TURBIEDAD

Con respecto a la Turbiedad, pretratamiento se tenía una cantidad de 48.00 UNT y postratamiento los resultados ha ido incrementando considerablemente logrando así el incremento hasta 94.20 (t=30min.) y 93.80 UNT (t= 60 min.) en comparación con el reglamento, el valor obtenido no cumple con la normativa.

COLOR

Con respecto al color, pretratamiento se tenía una cantidad de 3.00 UCV y postratamiento los resultados se ha incrementado significativamente obteniendo así la cantidad más alta de 18.20 UCV (t=30 min.) y 20.20 (t=60min.) en comparación al reglamento, el valor obtenido no cumple con la normativa.

PH

Con respecto al pH, en pretratamiento se tenía una cantidad de PH=7.000 y postratamiento se ha logrado la reducción hasta PH=6.96 (t=30min.) Y 6.98 (t=60min.) en comparación al reglamento, el valor obtenido si cumple con lo establecido.

(Atencio, 2018) en su estudio de determinar la calidad del agua superficial para consumo humano, en cuanto a los parámetros fisicoquímicos logro los siguientes resultados:

En pH logró obtener hasta pH=7.22 lo cual se encuentra en el rango permitido por el reglamento. En solidos totales logro obtener hasta 200 mg/L, lo cual se encuentra por debajo de lo establecido en dicho reglamento. No existe mucha diferencia con respecto a los parámetros que estudio Atencio, ya que el pH se encuentra en el rango establecido en el D.S: N° 031-2010-SA. En cuanto a los S.T. del efluente de la laguna Querococha también se encuentra por debajo del parámetro estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA.

CONCLUSIÓN

Con respecto al objetivo general se concluye que:

El Módulo de Oxidación Avanzada aplicando el Ozono y UV, es efectivo en la reducción de concentración de microorganismo presentes en el afluente de la laguna Querococha y en comparación con los valores establecido en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano, el agua del afluente es apto para consumo humano. pero no resulto efectivo cuando se trata del efluente.

Con respecto a los objetivos específicos se concluye que:

A un tiempo de tratamiento de 60 minutos el Módulo de Oxidación Avanzada (Ozono y UV) logro la reducción de concentración de microorganismo presentes en el afluente a un 100% y es apto para consumo humano ya que cumple con los valores estipulados en el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano.

A un tiempo de tratamiento de 60 minutos el Módulo de Oxidación Avanzada (Ozono y UV) no logro la reducción de concentración de microorganismo presentes en el efluente y en comparación a los valores determinados en el reglamento, supera los valores indicados y no es apto para consumo humano.

Luego de la intervención con el Módulo de Oxidación Avanzada (Ozono y UV), en los valores fisicoquímicos del afluente de la laguna Querococha, no se apreció un aumento o reducción significativa, tales como (conductividad, solidos totales, turbidez), estos parámetros se encuentran por debajo de lo estipulado en el LMP D.S. N° 031-2010-SA. el valor de pH es aceptable de acuerdo a la normativa de agua para consumo humano. A excepción del parámetro Color UVC, luego de la intervención de módulo de oxidación avanzada, los resultados han ido incrementando significativamente, y en comparación con el LMP D.S N° 031-2010-SA no cumple con los parámetros establecidos.

Luego de la intervención del Módulo de Oxidación Avanzada (Ozono y UV) los parámetros fisicoquímicos del efluente de la laguna Querococha, hubo un incremento significativo en los parámetros de turbidez y color, no cumple con los valores establecidos en el reglamento de la normativa D.S. N° 031-2010-SA. A excepción de los parámetros de conductividad y sólidos totales, hubo un decremento y se encuentra por debajo de lo estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA. El pH luego de la intervención del módulo de oxidación avanzada obtuvo diferentes resultados, pero todas en un rango aceptable con lo estipulado en el D.S. N° 031-2010-SA.

RECOMENDACIÓN

De la investigación realizada se recomienda lo siguiente:

Se recomienda a las entidades correspondientes como a la Municipalidad Distrital de S.M. del Valle y al Puesto de Salud del C.P. de Llacsá, realice un estudio de desinfección del agua resultante de la laguna Querococha. Ya que, debido a la escasez del agua potable, el 50% de la población actualmente sigue consumiendo de dicha fuente.

Si bien el módulo de oxidación avanzada aplicando Ozono y UV no ha sido efectivo en la desinfección total del efluente de la laguna Querococha, se recomienda que para a reducción al 100% de la concentración microbiológica, realizar la desinfección con más tiempo de tratamiento de lo estudiado en esta investigación.

Es recomendable el empleo de O_3 y UV, ya que es una alternativa de solución para la eliminación de patógenos microbiológicos de coliformes (Totales y Termotolerantes) y mejorar la calidad del recurso hídrico superficial, y así puedan ser utilizadas como fuente de consumo humano.

Es preciso ensayar con otros tipos de microorganismos indicadores; aparte de los Coliformes totales y fecales; se sugiere la utilización de bacteria Gram positivas, esporas y virus.

Se recomienda a la población de no consumir el agua resultante de la laguna Querococha, ya que con el tiempo puede generar enfermedades crónicas.

Al culminar la desinfección con el Módulo de Oxidación Avanzada, se tiene que desinfectar y purgar la planta piloto, esto debido a que se aplicó equipos oxidantes.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Francisco Osorio et al, J. (2010). *Tratamiento de aguas para la eliminación de microorganismos y agentes contaminantes*. España: ISBN: 978-84-7978-903-9.
- Lamsal et al, R. (2011). *Concentraciones de dióxido de nitrógeno a nivel del suelo inferidas del Instrumento de monitoreo de ozono transportado por satélite*. Revista de Atmósferas de Investigación Geofísica 113.
- Allen, H. Y. (2003). *Pharmaceutical process validation: an overview*. EE.UU.: Journal Process Mechanical Engineering 213.
- Alonso, C. C. (2011). *“Influencia del vertido del efluente líquido de la Compañía Minera Aurex S.A. en el ecosistema acuático del Río San Juan”*. San Juan: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Alvino, K. (2019). *estudio retrospectivo microbiológico de las aguas superficiales de la microcuenca del río ragra del distrito simón bolívar rancas periodos agosto 2012 – noviembre 2016*. pasco-peru: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Ameta, S. (2018). *Introducción en procesos avanzados de oxidación para el tratamiento de aguas residuales*: Prensa academica. 1-12.
- Andreozzi et al, V. (1999). *Advanced oxidation processes (AOP) for water purification and recovery*. Elsevier Catalysis Today.
- Apella y Araujo. (2000). *Microbiología Del Agua conceptos basicos*. Mexico.
- Arellano y Guzman. (2011). *Ingeniería Ambiental*. Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- Ashok V. Borhade y Yogeshwar R. Baste. (2006). *Estudio del activo fotocatalítico del ZnSnO₃ sintetizado por química verde*. Revista árabe de química.
- Auriales Moreno, Alvares Morales, & Castañeda . (2014). *Depuración De Aguas Contaminadas Por Escherichia Coli Y Salmonella Mediante Radiación Solar*. Bogota-Colombia: Universidad Libre.

- Barrenechea y Vargas. (2004). *Tratamiento de agua para "Desinfección"*. Lima-Peru: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.
- Bethemont, J. (1980). *Aguas Residuales y el Impacto que Causan en los*. Madrid.
- Bethemont, J. (1980). *El agua como factor de desarrollo rural*. Madrid: ISBN : 84-281-0438-7.
- Bolívar, C. J. (2004). El agua: su formas, efectos, abastecimientos, usos, daños, control y conservación. *Ecoe Ediciones. Bogota, Colombia*.
- Canon y Pedroza. (2016). *Evaluación del potencial de la fotocátalisis mediante técnicas de radiación y compuestos foto-oxidantes, como alternativa de la potabilización de agua en zonas rurales*. Bogota-Colombia: Universidad Santo Tomás.
- Carrillo Castro, A. V. (2010). *Análisis comparativo de los Índices de calidad del agua (ICA) de los ríos Tecolutla y Cazones en el periodo Marzo-Diciembre 2010*. Veracruz-Mexico: Facultad de Ciencias Químicas. Universidad Veracruzana. México.
- Chen , S. (2007). *Degradation of DMSO by ozone-based advanced oxidation processes*. Journal of Hazardous Materials 149, 218–225.
- Domech et al, W. (2011). *Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes*. Autonomous University of Barcelona.
- Easton, J. (1998). *The development of a risk assessment methodology to evaluate the adverse human health effect of pathogens found in sewage contaminate waters*. EE.UU.: Environmental health engineering program.University of Alabama at Birmingham.
- EASTON, J. (1998). *The development of a risk assessment methodology to evaluate the adverse human health effect of pathogens found in sewage contaminate waters*. EE.UU.: Environmental health engineering program.University of Alabama at Birmingham.
- Fischer, H. B. (1979). Mezcla en aguas interiores y costeras. *Acceso en línea a través de Elsevier*, 104-147.
- García, I. (2010). Aplicación de tratamientos basados en ozono en la regeneración

de aguas residuales. Estudio de la degradación de sustancias peligrosas. Zaragoza-España: Universidad de Zaragoza.

Geldreich, E. (1990). *Bacterial pollution indicators in the Intestinal tract of freshwater fish*. EE.UU.: Appl. Microbiol. Vol 14 No. 3. 429:437.

GELDREICH, E. y. (1990). *Bacterial pollution indicators in the Intestinal tract of freshwater fish*. EE.UU.: Appl. Microbiol. Vol 14 No. 3. 429:437.

Glaze, W., & Kang, W. (1987). La química de los procesos de tratamiento del agua que involucran ozono, peróxido de hidrógeno y radiación ultravioleta. *Ozono: ciencia y ingeniería*.

Glaze, W.H.; Kwang, J.W.; Chapin, D.H. (1987). *Chemistry of water treatment process involving ozone, hydrogen peroxide and ultraviolet radiation*. Ozone Science and Engineering 9, 335-352.

Gonzales, J. (2019). *Evaluación del comportamiento de un Sistema uv para desinfección de un efluente que proviene de un humedal construido*. Concepcion-Chile: Universidad de Concepcion.

Hidalgo, G. E. (2011). "Nivel de contaminación del río Huallaga entre los distritos de amarilis y Huánuco debido a descargas de aguas residuales (mayo- junio 2011)". Huánuco: Universidad nacional Hermilio Valdizán .

Irmak et al, K. (2005). *Analyses, calibration and validation of evapotranspiration models to predict grass-reference evapotranspiration in the Senegal river delta*. Journal of Hydrology: Regional Studies.

Landrigan, E. (2017). La comisión Lancet sobre contaminación y salud.

Larrea-Murrell, J. (2013). *Bacterias indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas*. Habana-Cuba: Revista CENIC Ciencias Biológicas, Vol. 44, No. 3, pp. 24-34.

Madigan, M. (1997). *Brock Biología de los Microorganismos*. Madrid-España: Prentice Hall.

Medina, C. (2016). *Optimización del proceso Fenton en el tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios*. Lima-Peru: Revista de la Sociedad Química del Perú.

- MINAM., M. d. (2009). *Decreto Aprueban disposiciones para la implementación de los estándares nacionales para agua*. Lima-Perú.: Edit.MINAM.
- MINSA., M. D. (1998). *Reglamento sobre vigilancia y control sanitario de los alimentos y bebidas*. Lima – Perú.: MINSA.
- Mitchell, M., Stapp, W., & Bixby, K. (1991). Guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo. En *Manual de campo de Proyecto del Río* (pág. 200). New México, USA: Segunda edición. Proyecto del Río.
- Morales, M. (2019). *Diseño De Un Concentrador Solar Para Desinfección De Agua Para Consumo Humano En El C.P. De Casha, Distrito Santa María Del Valle, Huánuco 2019*. Huanuco-Peru: Universidad de Huanuco.
- Moreno, R. (2015). *procedimiento para la desinfección de agua mediante radiacion uv*. Mexico: Universidad Veracruzana.
- Morrison, S. (1997). *Electrochemistry at semiconductor and oxidized metal*. Nueva York-EEUU: Editorial Plenum Press.
- Ocasio Santiago, F. A. (2008). *Evaluación de la calidad del agua y posibles fuentes de contaminación en un segmento del Río Piedras*. San Juan de Puerto Rico: Universidad Metropolitana Escuela graduada de asuntos ambientales .
- OMS., O. M. (1995). *Guías para la calidad del agua potable*. . Ginebra-Francia: Edit-OMS.
- Organización Mundial de la Salud. (2008). *Guías para la calidad del agua potable*. Suiza: ISBN 92 4 154696 4.
- Ormad, p. (1997). *Degradation of organochloride compounds by O3 and O3/H2O2*. Water Research 31 9, 2387-2391.
- Pelayo, D. (2018). *procesos de oxidación avanzada: avances recientes y tendencias futuras*. España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales y de Telecomunicación.
- Peña, L. (2015). *Calidad De Recurso Hídrico De La Laguna Los Milagros – José Crespo Y Castillo*. Tingo Maria-Huanuco: Universidad Nacional Agraria De La Selva.

- Perez, P. (2019). *evaluación de la fotodegradación de un medio acuoso contaminado mediante radiación ultravioleta natural y artificial*. tingo maria-peru: Universidad Nacional Agraria De La Selva.
- Prieto Rodriguez, L., Oller, L., Klamerth, N., Aguera, A., Rodriguez, E. M., & Malato, S. (2013). Aplicación del Proceso de Ozidación Avanzada y ozonización para la eliminación de microorganismos .
- Rao y Chu. (2010). *Electrochemical degradation of linuron in aqueous solution using Pb/PbO₂ and C/PbO₂ electrodes*. Arabian Journal of Chemistry.
- Roldan, K. (2019). *EFICIENCIA DE RAYOS UV EN LA DISMINUCION de coliformes termotolerantes del efluente de la ptar laguna de san jose-chiclayo*. Trujillo-Peru: Universidad Nacional de Trujillo.
- Saettone, Paredes, Quino, Eyzaguirre, Ponce. (2017). *diseño, construcción y caracterización de un concentrador parabólico compuesto truncado con impresión 3d para desinfección de agua por fotocatalisis*. Lima-Peru: Universidad de Lima.
- Sampieri, R. H. (2015). Definición del alcance de la investigación a realizar: exploratoria,descriptiva, correlacional o explicativa. En R. H. Sampieri, *Metodología de la investigación* (pág. 149). México: McGraw-Hill.
- Teran, M. (2016). *estudio de la aplicación de procesos de oxidación avanzada a aguas contaminadas*. españa: Universitat Politècnica de Catalunya.
- Tibaduiza, C. (2014). *depuración de aguas contaminadas por escherichia coli salmonella mediante radiación solar*. bogota- colombia: Universidad Libre.

ANEXOS

ANEXO 1

RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 634-2021-D-FI-UDH

Huánuco, 17 de junio de 2021

Visto, el Oficio N° 296-2021-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado "IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS PRESENTE EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021", presentado por el (la) Bach. Ennis, OSORIO SANTAMARIA.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo n° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 373-2020-D-FI-UDH, de fecha 21 de julio de 2020, perteneciente al Bach. Ennis, OSORIO SANTAMARIA se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Milton Edwin Morales Aquino, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 296-2020-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS PRESENTE EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. Ennis, OSORIO SANTAMARIA, integrado por los siguientes docentes: Mg. María Vanessa Cuba Tello (Presidente), Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía (Secretario) y Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación de (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulado: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS PRESENTE EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021" presentado por el (la) Bach. Ennis, OSORIO SANTAMARIA para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

Artículo Segundo. - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Johnny S. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA JEFE DE FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.
BCR/JJR/nto.

ANEXO 2
RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DE ASESOR DE
TESIS

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 373-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 21 de julio de 2020

Visto, el Oficio N° 197-2020-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 0962, del Bach. **Ennis, OSORIO SANTAMARIA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 0962, presentado por el (la) Bach. **Ennis, OSORIO SANTAMARIA**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mtro. Milton Edwin Morales Aquino, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Ennis, OSORIO SANTAMARIA**, al Mtro. Milton Edwin Morales Aquino, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Johnny P. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

ANEXO 3

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: Implementación del Módulo de Oxidación Avanzada en la Reducción de Concentración de Microorganismos presentes en la Laguna Querococha Localidad de Llacsá, Santa María del Valle - Huánuco 2021

TESISTA: OSORIO SANTAMARIA, Ennis

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DISEÑO	POBLACION
<p><u>PROBLEMA GENERAL.</u></p> <p>¿Cuál es la efectividad del módulo de oxidación avanzada en la reducción de concentración de microorganismos presentes en la laguna Querococha localidad de Llacsá, santa maría del valle - Huánuco 2021?</p>	<p><u>OBJETIVO GENERAL.</u></p> <p>Determinar la efectividad del módulo de oxidación avanzada en la reducción de concentración de microorganismos presentes en la laguna Querococha localidad de Llacsá, santa maría del valle - Huánuco 2021.</p>	<p><u>HIPÓTESIS GENERAL.</u></p> <p>Ha: El módulo de oxidación avanzada es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos en la laguna de Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de santa María del valle, Región Huánuco - 2021.</p> <p>H0: El módulo de oxidación avanzada no es efectivo en la reducción de concentración de microorganismos en la laguna de Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de santa María del valle, Región Huánuco - 2021.</p>	<p><u>VARIABLE INDEPENDIENTE</u></p> <p>Módulo de oxidación avanzada</p>	<p><u>NIVEL DE INVESTIGACION</u></p> <p>Explicativo</p>	<p><u>POBLACION</u></p> <p>Estará conformada por las aguas de la laguna Querococha de 9.183 hectáreas de espejo de agua.</p>
<p><u>PROBLEMA ESPECIFICOS</u></p> <p>¿Cuál es la concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021?</p> <p>¿Cuál es la concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021?</p> <p>¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del afluente de la laguna Querococha después del tratamiento con el Módulo de Oxidación Avanzada?</p> <p>¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos del efluente de la laguna Querococha después del tratamiento con el Módulo de Oxidación Avanzada?</p>	<p><u>OBJETIVO ESPECIFICO</u></p> <p>Evaluar la concentración microbiana en el afluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p> <p>Analizar la concentración microbiana en el efluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p> <p>Describir los parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p> <p>describir los parámetros fisicoquímicos en el efluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p>	<p><u>HIPÓTESIS ESPECIFICA</u></p> <p>Ha1: La concentración microbiana está dentro del LMP del DS N°031-2010 en el afluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p> <p>H01: La concentración microbiana no está dentro del LMP del DS N°031-2010 en el afluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p> <p>Ha2: La concentración microbiana está dentro del LMP del DS N°031-2010 en el efluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p> <p>H02: La concentración microbiana no está dentro del LMP del DS N°031-2010 en el efluente de la laguna Querococha de la localidad de Llacsá, del Distrito de Santa María del Valle, Región Huánuco – 2021.</p>	<p><u>VARIABLE DEPENDIENTE</u></p> <p>Reducción de microorganismos</p>	<p><u>TECNICAS E INSTRUMENTOS</u></p> <p>Documentación Formatos Equipos Proceso de Oxidación Avanzada Equipo POA - Radiación UV Equipo POA - Ozono</p>	<p><u>MUESTRA</u></p> <p>Conformada por los puntos de afluente (01 muestra pretratamiento y 20 (posttratamiento) y efluente (01 muestra pretratamiento y 20 (posttratamiento) de la Laguna Querococha.</p>

ANEXO 4

INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

TÍTULO: Implementación del Módulo de Oxidación Avanzada en la Reducción de Concentración de Microorganismos presentes en la Laguna Querococha Localidad de Llacsa, Santa María del Valle - Huánuco 2021

TESISTA: OSORIO SANTAMARIA, Ennis

N EST.	ORIGEN DE LA FUENTE	CODIGO DE MUESTRA		LOCALIDAD	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
		AFLUENTE	EFLUENTE			INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	MATERIALES	INDUMENTARIAS DE PROTECCION
01	AGUA SUPERFICIAL	01MA-LAB	01MB-LAB	LLACSA	15/10/2021 (08:40 Am)	TERMOMETRO	MAPA CARTOGRAFICA	ZAPATO DE SEGURIDAD
1	AGUA SUPERFICIAL	A1-1	B1-1	LLACSA	15/10/2021 (08:40 Am)	GPS	TABLERO	BOTAS DE JEBE
	AGUA SUPERFICIAL	A1-2	B1-2	LLACSA	15/10/2021 (08:40 Am)	CAMARA FOTOGRAFICA	LIBRETA DE CAMPO	CHALECO
	AGUA SUPERFICIAL	A1-3	B1-3	LLACSA	15/10/2021 (08:40 Am)	CRONOMETRO	ETIQUETAS	GUARDAPOLVO
	AGUA SUPERFICIAL	A1-4	B1-4	LLACSA	15/10/2021 (08:40 Am)	PH-METRO	CINTA ADHESIVA	
2	AGUA SUPERFICIAL	A2-1	B2-1	LLACSA	15/10/2021 (08:50 Am)	EQUIPO OZONO	CADENA DE CUSTODIA	
	AGUA SUPERFICIAL	A2-2	B2-2	LLACSA	15/10/2021 (08:50 Am)	EQUIPO UV	BALDE DE PLASTICO	
	AGUA SUPERFICIAL	A2-3	B2-3	LLACSA	15/10/2021 (08:50 Am)	PLANTA PILOTO MOA	PLUMON INDELEBLE	
	AGUA SUPERFICIAL	A2-4	B2-4	LLACSA	15/10/2021 (08:50 Am)		GOTEROS DE PLASTICO	
3	AGUA SUPERFICIAL	A3-1	B3-1	LLACSA	15/10/2021 (09:00 Am)		BOTELLAS DE PLASTICO (ESTERILIZADO)	
	AGUA SUPERFICIAL	A3-2	B3-2	LLACSA	15/10/2021 (09:00 Am)		GUANTES DESCARTABLES	

N EST.	ORIGEN DE LA FUENTE	CODIGO DE MUESTRA		LOCALIDAD	FECHA Y HORA DEL MUESTREO	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS		
		AFLUENTE	EFLUENTE			INSTRUMENTOS Y EQUIPOS	MATERIALES	INDUMENTARIAS DE PROTECCION
	AGUA SUPERFICIAL	A3-3	B3-3	LLACSA	15/10/2021 (09:00 Am)		COOLER	
	AGUA SUPERFICIAL	A3-4	B3-4	LLACSA	15/10/2021 (09:00 Am)		ESTRUCTURA DEL MODULO DE OXIDACION	
4	AGUA SUPERFICIAL	A4-1	B4-1	LLACSA	15/10/2021 (09:10 Am)		CAJA DE TECNOPOR	
	AGUA SUPERFICIAL	A4-2	B4-2	LLACSA	15/10/2021 (09:10 Am)			
	AGUA SUPERFICIAL	A4-3	B4-3	LLACSA	15/10/2021 (09:10 Am)			
	AGUA SUPERFICIAL	A4-4	B4-4	LLACSA	15/10/2021 (09:10 Am)			
5	AGUA SUPERFICIAL	A5-1	B5-1	LLACSA	15/10/2021 (09:20 Am)			
	AGUA SUPERFICIAL	A5-2	B5-2	LLACSA	15/10/2021 (09:20 Am)			
	AGUA SUPERFICIAL	A5-3	B5-3	LLACSA	15/10/2021 (09:20 Am)			
	AGUA SUPERFICIAL	A5-4	B5-4	LLACSA	15/10/2021 (09:20 Am)			

NOTA: La laguna Querococha cuenta con una entrada y salida, lo cual se tomó 5 puntos para diferentes tiempos estudiados en el módulo de oxidación avanzada, los instrumentos, equipos, materiales e indumentarias de protección mencionados han sido utilizados tanto en campo como en estudio del módulo de oxidación avanzada.

ANEXO 5

RESULTADOS PRE-TRATAMIENTO Y POS-TRATAMIENTO DEL AFLUENTE DE LA LAGUNA QUEROCOCHA



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

REG.: 070 - 2021 - LMAA-LRRSP – HCO

NOMBRE DEL PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021"

SOLICITANTE : ENNIS OSORIO SANTAMARIA

FECHA DE MUESTREO: 26-10-21 HORA 08:30 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 26-10-21 HORA: 14:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO
SI () NO (X)

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	CODIGO DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS						ANALISIS BACTERIOLOGICOS		
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb, UNT	Color UCV	PH	CL	Coli. T. UFC/100ml	Coli. Term. UFC/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
AFLUENTE												
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	01MA-LAB	22	11	3	98	6,9	0	745	586	499
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A1-1 15min	23	12	3	87	7,0	0	249	154	199
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A1-2 30min	22	11	2	78	7,0	0	160	78	96
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A1-3 45min	22	12	2	87	6,9	0	60	39	45
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A1-4 60min	23	11	3	78	7,0	0	0	0	21
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A2-1 15min	22	11	2	88	7,0	0	385	303	210
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A2-2 30min	21	10	2	92	6,9	0	132	102	119
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A2-3 45min	22	11	2	88	7,0	0	59	25	59
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A2-4 60min	21	11	2	92	6,9	0	0	0	26

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C. 20146045881
Jr. Dámaso Beraun N° 1017 Teléfono (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A3-1 15min	22	11	3	95	6,9	0	334	285	318
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A3-2 30min	22	11	3	188	7,0	0	205	100	110
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A3-3 45min	24	10	3	95	6,9	0	76	20	40
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A3-4 60min	22	11	2	188	7,0	0	0	0	16
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A4-1 15min	22	11	2	100	7,0	0	454	348	333
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A4-2 30min	24	12	2	120	7,9	0	202	111	107
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A4-3 45min	22	12	2	100	7,0	0	50	15	39
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A4-4 60min	24	12	2	120	7,9	0	0	0	14
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A5-1 15min	22	11	2	85	6,9	0	387	295	304
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A5-2 30min	21	10	2	86	7,0	0	204	121	121
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A5-3 45min	22	11	3	88	6,9	0	70	47	37
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	A5-4 60min	22	11	2	78	7,0	0	0	0	13

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismos	Metodo de Ensayo
Coliforme Total	Metodo Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005
Coliforme Fecal	Metodo Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005
Aerobios mesofilos	Metodo de Placa Fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005

Huánuco, 04 de noviembre de 2021

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Blga. M^glra. María Regina Cárdenas Almaya

CBP 4543

Insp. Área de Microbiología de Aguas y Alcantarales

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C. 20146045881

Jr. Dámaso Beraun N° 1017 Teléfono (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

ANEXO 6

RESULTADOS PRE-TRATAMIENTO Y POS-TRATAMIENTO DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA QUEROCOCHA



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección Regional de Salud Huánuco

Laboratorio Referencial Regional Salud



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

REG.: 069 - 2021 - LMAA-LRRSP – HCO

NOMBRE DEL PROYECTO: "IMPLEMENTACIÓN DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA EN LA REDUCCIÓN DE CONCENTRACIÓN DE MICROORGANISMOS PRESENTES EN LA LAGUNA QUEROCOCHA LOCALIDAD DE LLACSA, SANTA MARÍA DEL VALLE - HUÁNUCO 2021"

SOLICITANTE: : ENNIS OSORIO SANTAMARIA

FECHA DE MUESTREO: 26-10-21 **HORA** 08:30 a.m. **FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS:** 26-10-21 **HORA:** 14:40 pm. **MUESTRA TOMADA:** INTERESADO
SI () NO (X)

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	CODIGO DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANALISIS FISICO QUIMICOS						ANALISIS BACTERIOLOGICOS		
				Cond. (umho/cm)	Sol. T. mg/l	Turb. UNT	Color UCV	PH	CL	Coli. T. UFC/100ml	Coli. Term. UFC/100ml	Bact. Heterot. UFC/ml
EFLUENTE												
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	01MB-LAB	40	25	48	3	7,0	0	1146	849	522
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B1-1 15min	21	11	18	5	7,2	0	631	577	507
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B1-2 30min	20	10	34	10	7,0	0	486	339	175
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B1-3 45min	20	10	20	9	7,1	0	297	169	58
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B1-4 60min	21	11	34	20	7,0	0	132	88	27
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B2-1 15min	19	20	144	9	7,0	0	506	345	320
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B2-2 30min	20	10	81	20	6,9	0	401	223	186
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B2-3 45min	19	20	142	9	7,0	0	295	125	97
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B2-4 60min	20	11	79	20	6,9	0	127	65	45

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C. 20146045881
Jr. Dámaso Beraun N° 1017 Teléfono (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261



PERÚ

Ministerio de Salud

Dirección Regional de Salud Huánuco

Laboratorio Referencial Regional Salud



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B3-1 15min	19	20	77	9	7,0	0	387	240	645
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B3-2 30min	21	11	122	20	6,9	0	233	105	320
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B3-3 45min	19	20	78	9	7,0	0	97	55	157
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B3-4 60min	20	11	122	20	6,9	0	59	0	77
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B4-1 15min	18	21	80	8	7,0	0	210	186	301
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B4-2 30min	20	10	110	21	7,1	0	228	100	204
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B4-3 45min	19	20	80	8	7,0	0	129	50	102
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B4-4 60min	20	10	110	21	7,1	0	70	0	57
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B5-1 15min	19	20	77	9	7,0	0	232	144	293
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B5-2 30min	21	10	124	20	6,9	0	176	98	125
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B5-3 45min	19	20	77	8	7,0	0	80	47	67
LLACSA	LAGUNA QUEROCOCHA	SUPERFICIAL	B5-4 60min	21	10	124	20	7,0	0	47	0	32

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismos	Metodo de Ensayo
Coliforme Total	Metodo Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005
Coliforme Fecal	Metodo Estandarizado de Filtro de Membrana APHA, AWW, WEF. Part. 9222 D. 21 th edition 2005
Aerobios mesofilos	Metodo de Placa Fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005

Huánuco, 04 de noviembre de 2021

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
LABORATORIO REFERENCIAL REGIONAL

Bjpa-Mblga. María Regina Cárdenas Mlnaya

CBP 4543

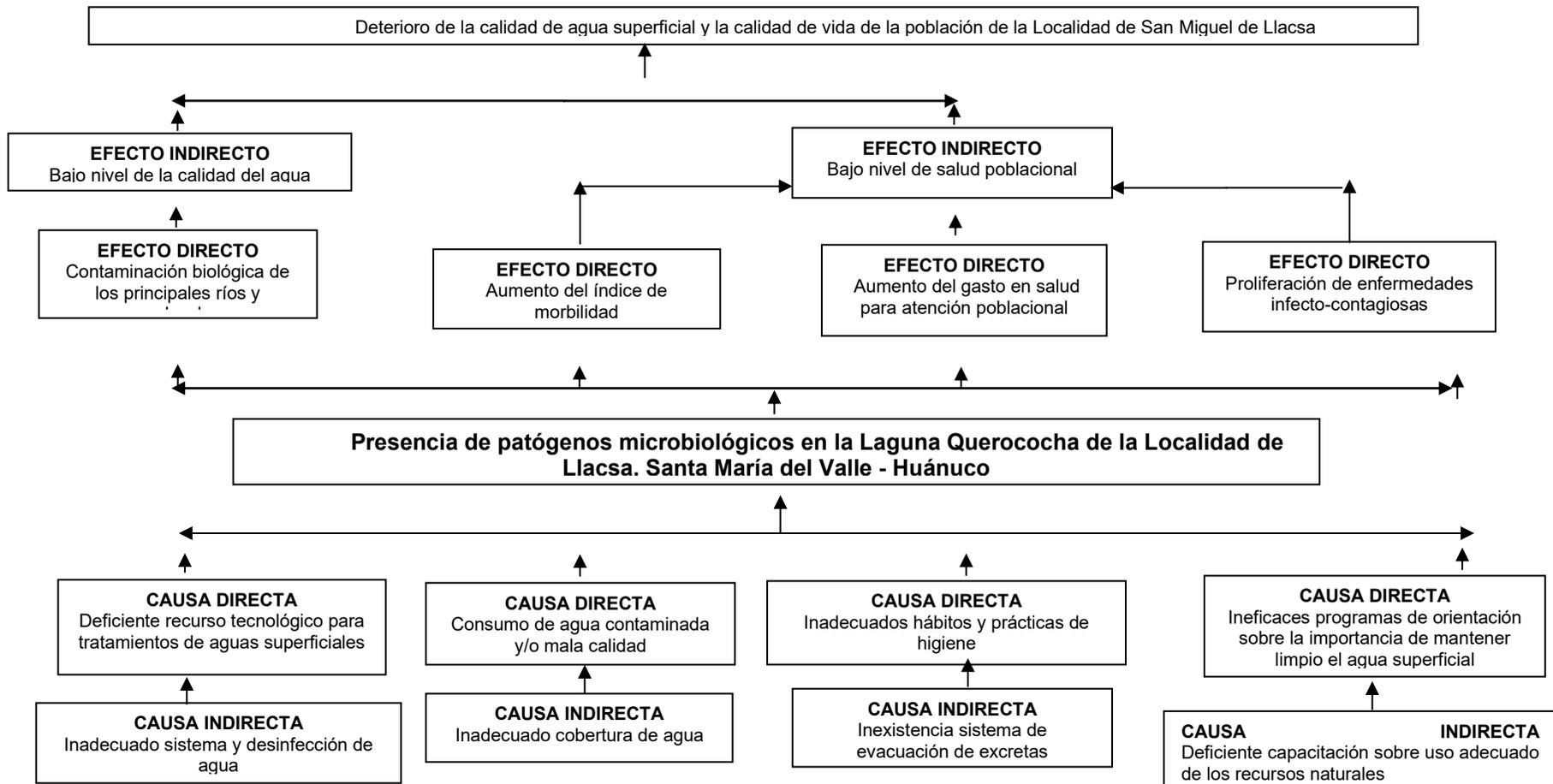
Insp. Área de Microbiología de Aguas y Alcantarados

DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL R.U.C. 20146045881

Jr. Dámaso Beraun N° 1017 Teléfono (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261

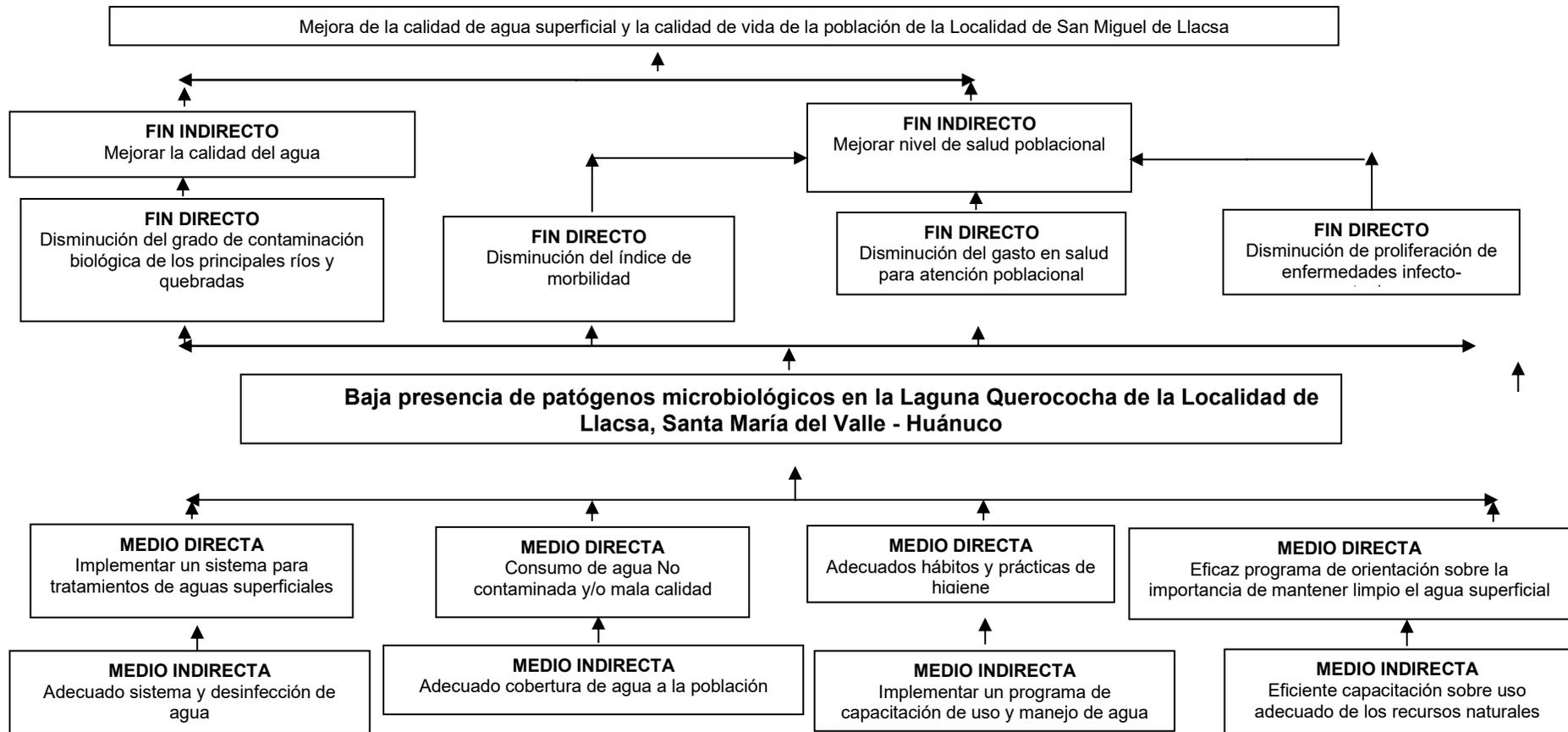
ANEXO 7

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 8

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 9
IMÁGENES DE LA MUESTRA Y RECOLECCION DE
DATOS EN CAMPO
AFLUENTE

Recolección y codificación de muestras de afluente.



Análisis de pH en el afluente de la laguna Querococha.



Análisis de temperatura del agua del afluente de la laguna Querococha y el análisis de la temperatura del ambiente.



Determinar el punto de ubicación del afluente de la laguna Querococha.



ANEXO 10
IMÁGENES DE LA MUESTRA Y RECOLECCION DE
DATOS EN CAMPO
EFLUENTE

Recolección y codificación de muestras de efluente.



Análisis de pH del agua del efluente de la laguna Querocochoa.



Análisis de temperatura del agua del efluente y temperatura de ambiente.



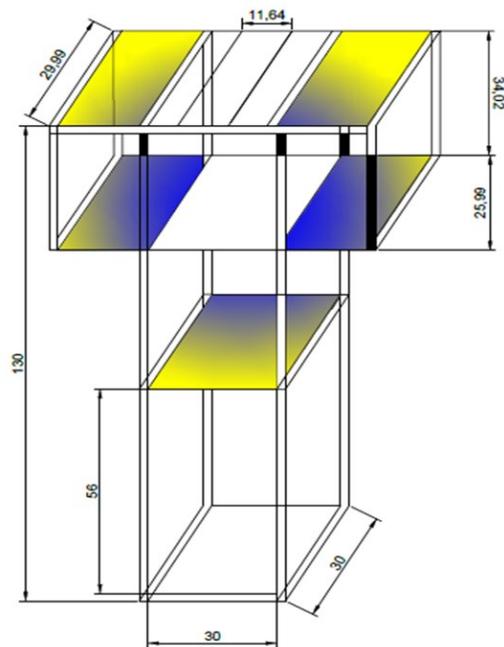
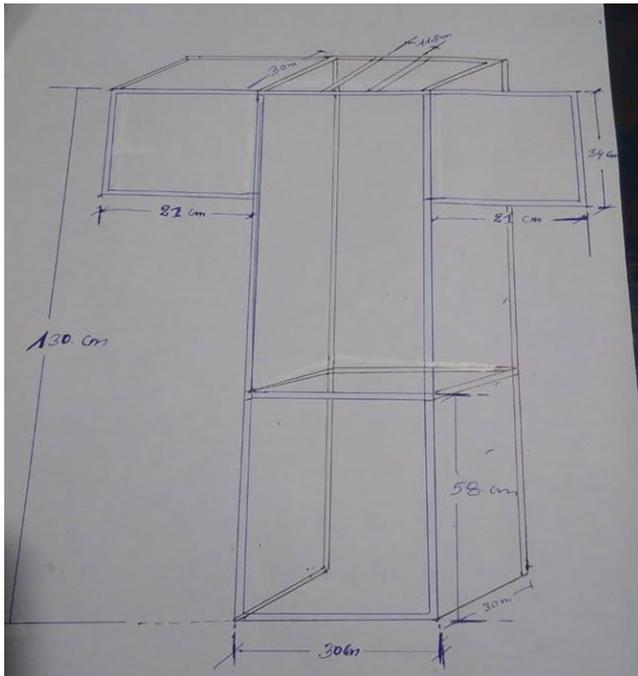
Determinar la ubicación del punto de efluente de la laguna Querococha.



ANEXO 11

ESTRUCTURA DEL MÓDULO DE OXIDACIÓN AVANZADA

Plano de la estructura del módulo de oxidación Avanzada.



ANEXO 12
DESINFECCION DEL AFLUENTE DE LA LAGUNA
QUEROCOCHA MEDIANTE EL MODULO DE OXIDACION
AVANZADA DURANTE 15 MIN., 30 MIN., 45 MIN. Y 60
MINUTOS

Se ingresó 5 litros de muestra del agua al MOA para cada punto de muestreo del efluente en cuatro tiempos diferentes. (total 5 puntos de afluente).



Tratamiento de agua del afluente.



Después de la intervención del módulo de oxidación se procedió a sacar la muestra de afluente (tiempo de tratamiento: 15 min., 30 min., 45 min. y 60 minutos).



ANEXO 13
DESINFECCION DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA
QUEROCOCHA MEDIANTE EL MODULO DE OXIDACION
AVANZADA DURANTE 15 MIN., 30 MIN., 45 MIN. Y 60
MINUTOS

Se ingresó 5 litros de muestra agua para cada punto de muestreo, (total 5 puntos de muestreo del efluente).



Tratamiento del agua del efluente.



Después de la intervención del módulo de oxidación se procedió a sacar la muestra de efluente (tiempo de tratamiento: 15 min., 30 min., 45 min. y 60 minutos).



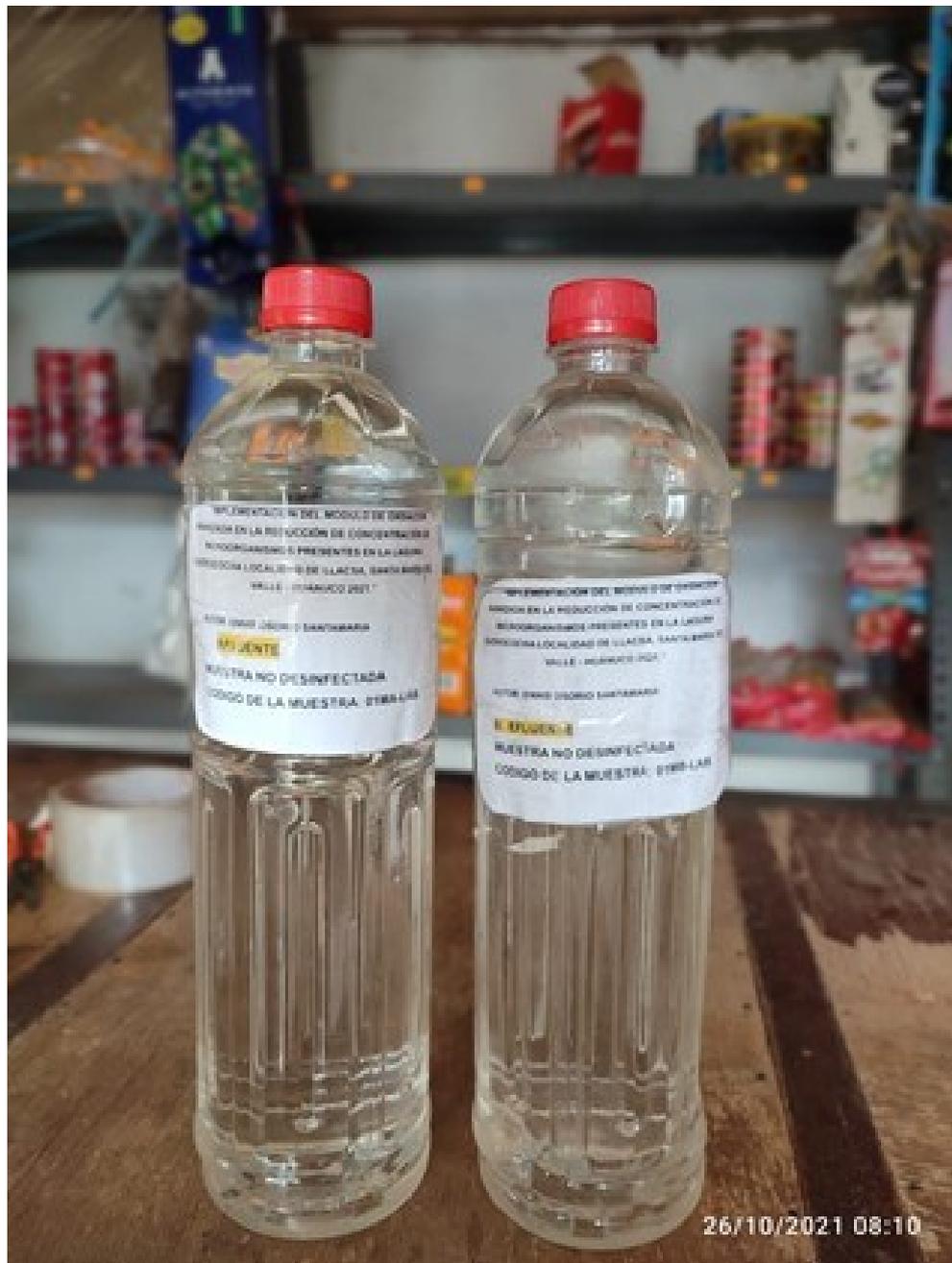
Muestras desinfectadas (afluente y efluente).



ANEXO 14

MUESTRA NO DESINFECTADA DEL AFLUENTE Y EFLUENTE

Muestra pretratamiento, rotulada del afluente y efluente para el análisis en el laboratorio de DIRESA-HUANUCO.



ANEXO 15

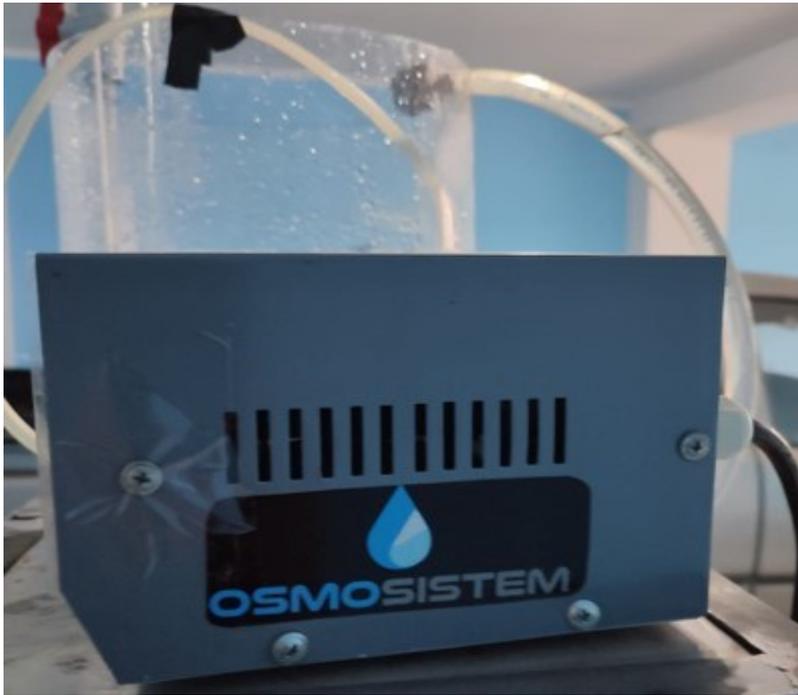
MUESTRA DESINFECTADA DEL AFLUENTE Y EFLUENTE

Muestra rotulada del afluente y efluente, después de la intervención del módulo de oxidación avanzada, para el análisis en el laboratorio de DIRESA-HUANUCO.

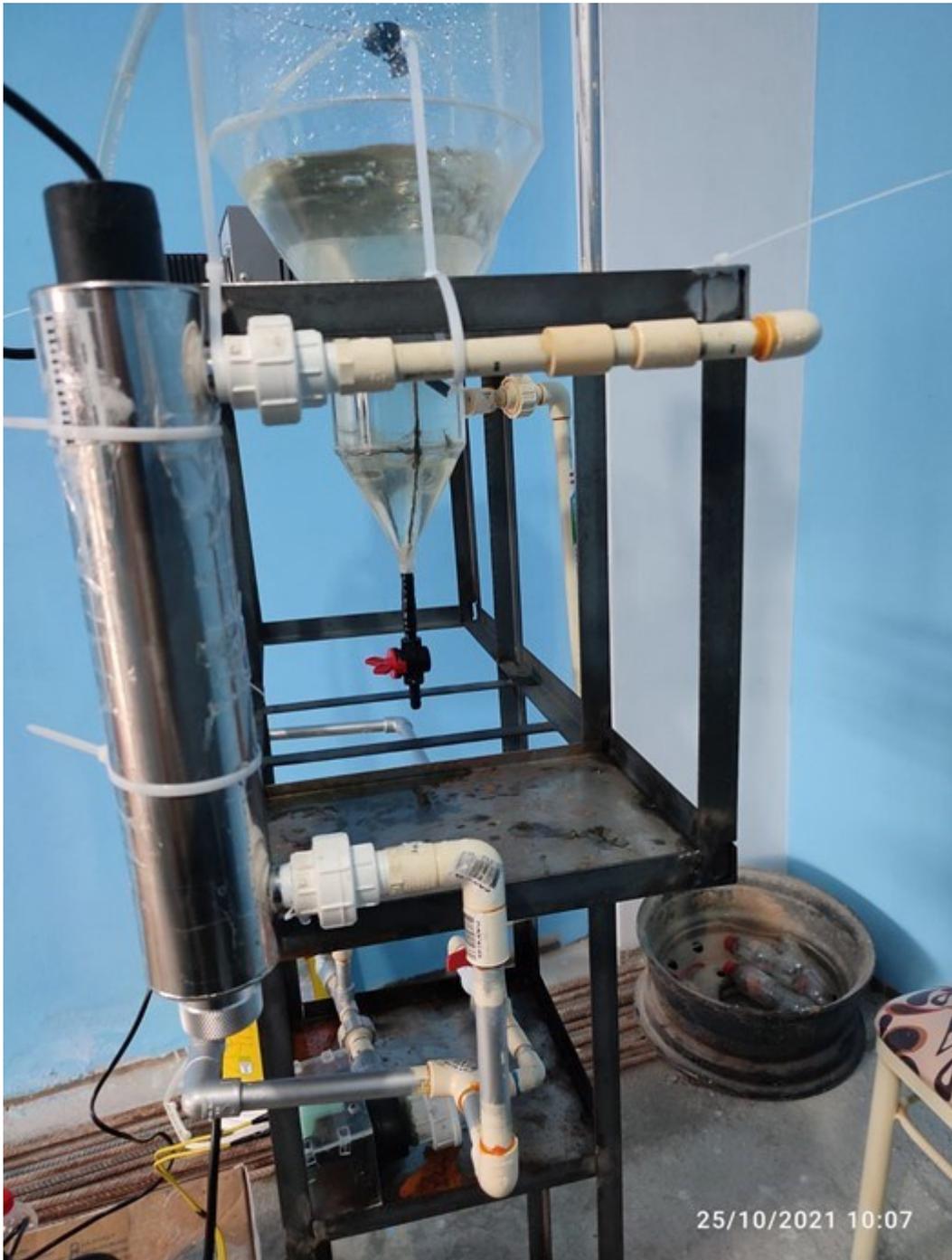


ANEXO 16
EQUIPOS DE OXIDACION Y PARTES DEL PLANTA PILOTO
DEL PROCESO DE OXIDACION AVANZADA

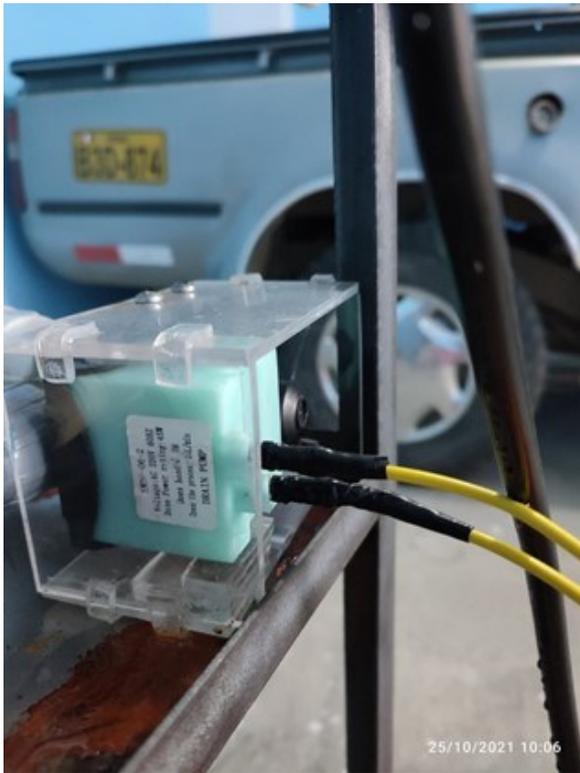
Equipo Ozono utilizado en el módulo de oxidación avanzada para la desinfección de agua superficial de la laguna Querococha.



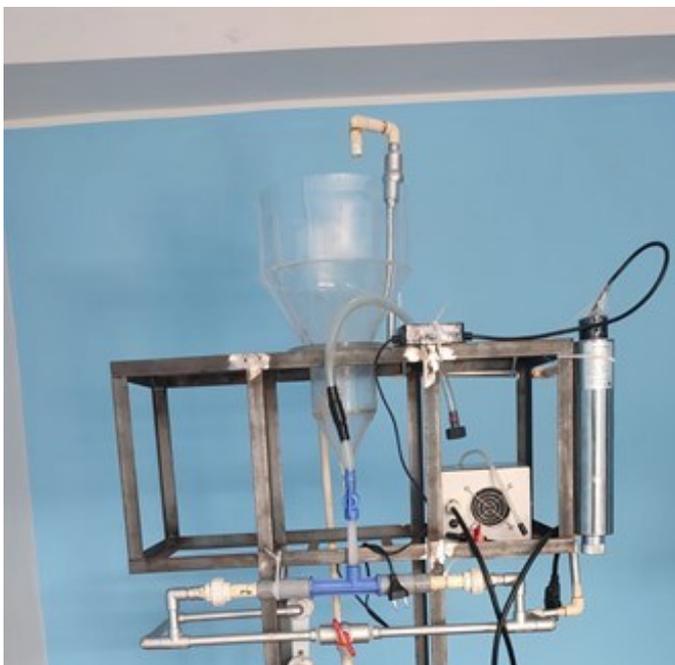
Equipo UV utilizado en el módulo de oxidación avanzada para la desinfección de agua superficial la laguna Querococha.



Sistema de bombeo utilizado para la circulación constante del agua en el módulo de oxidación avanzada.



Recipiente del módulo de oxidación, máximo para 6 litros de agua.



ANEXO 17

EQUIPO DE MODULO DE OXIDACION

estructura general y los equipos del módulo de oxidación avanzada.



ANEXO 18

MAPA DE UBICACIÓN DE LA LAGUNA QUEROCOCHA, LOCALIDAD DE LLACSA, DISTRITO DE SANTA MARÍA DEL VALLE, PROVINCIA Y REGIÓN DE HUÁNUCO

