

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI, 2023**

PRESENTADA POR:

YAQUELIN VERONICA DAVILA HANCCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



7.81%

SIMILARITY OVERALL

0%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 23 JUN 2023, 8:57 PM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
0.59%

● CHANGED TEXT
7.22%

Report #17497639

YAQUELIN VERONICA DAVILA HANCCO TTULO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIN:
EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIN EN EL TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI - 2023 PRESENTADO POR: Yaquelin
Veronica Davila Hancco ASESOR DE TESIS: Ing Mg Julio Wilfredo Cano
Ojeda REA Y LNEA DE INVESTIGACIN: rea: Ingeniera y Tecnologa Sub
rea: Ingeniera Ambiental Lnea de Investigacin: Ingeniera Ambiental
Especialidad: Ciencias Ambientales PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, OBJETO DE
ESTUDIO O SOLUCIN En Amrica menos del 5% de las aguas de
alcantarilla poseen algn tratamiento, con la falta de tratamiento las
aguas negras son generalmente vertidas a cuerpos de agua superficial
originando un riesgo principalmente para la salud humana, animales y
el medio ambiente . Adems, se sabe que las aguas residuales acogen
microorganismos que provocan enfermedades, que incluyen bacterias, protozoos
y virus. Asimismo, se menciona que mundialmente ms del 80 % de
aguas residuales est siendo vertido en el medio ambiente sin
tratamiento, teniendo consecuencias inquietantes (UNWATER, 2017). La
contaminacin del agua mayormente de los ros de Amrica Latina, Asia y
frica empeora. Anteriormente se registr ms de 800.000 decesos a nivel
mundial por efectos del agua potable contaminada, ms son cada vez
las zonas muertas desoxigenadas en mares y ocanos por el vertido de
aguas residuales sin un tratamiento (UNICEF, 2018). El Per no es

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI - 2023**

PRESENTADA POR:

YAQUELIN VERONICA DAVILA HANCCO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. ESTEBAN SIDRO LEON APAZA

PRIMER MIEMBRO

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINARES

SEGUNDO MIEMBRO

:


Dr. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESIS

:


Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 17 de junio del 2024

DEDICATORIA

A Dios, que me ha brindado una vida llena de alegrías y aprendizaje, permitiendo vivir una muy grata experiencia en mi etapa universitaria.

A mis padres que siempre me han apoyado, guiado y cuidado con mucho amor, Gracias de corazón por todas las oportunidades que me han brindado.

A mi hermana que nunca titubeó para ayudarme y apoyarme en todo momento. Gracias por tu tiempo, tus consejos, tu apoyo incondicional y tu cariño.

A todas las personas que siempre estuvieron a mi lado para ayudarme, escucharme, aconsejarme y en muchas ocasiones guiarme.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Privada San Carlos, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y su plana docente por brindarme la oportunidad de formarme profesionalmente y lograr mis proyectos de vida.

A mi asesor Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA. Gracias de corazón, por su paciencia, dedicación, motivación, criterio y aliento. han hecho fácil lo difícil. ha sido un privilegio poder contar con su apoyo y orientación.

Gracias a la vida por este nuevo triunfo, gracias a todas las personas que me apoyaron y creyeron en la realización de esta tesis.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
ÍNDICE DE ANEXOS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	14
1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	14
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. INTERNACIONALES	14
1.2.2. NACIONALES	15
1.2.3. REGIONALES Y LOCALES	18
1.3. OBJETIVOS	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	21
2.1.1. EFICIENCIA DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN	21

2.1.2. AGUAS RESIDUALES	21
2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES	23
2.1.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	25
2.1.5. ESTANQUES DE ESTABILIZACIÓN	27
2.1.6. LAGUNAS DE OXIDACIÓN	28
2.1.7. AFLUENTE	29
2.1.8. EFLUENTE	29
2.2. MARCO CONCEPTUAL	29
2.2.1. LAGUNA DE OXIDACIÓN	29
2.2.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	30
2.2.3. AGUA RESIDUAL CRUDA	30
2.2.4. AGUA RESIDUAL TRATADA	30
2.2.5. DBO	30
2.2.6. DQO	30
2.2.7. ACEITES Y GRASAS	30
2.2.8. SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN	31
2.2.9. COLIFORMES TERMOTOLERANTES	31
2.2.10. PH	31
2.3. HIPÓTESIS	31
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	31
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA	31
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	32
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	33
3.2.1. POBLACIÓN	33
3.2.2. MUESTRA	33
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS	33

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	33
3.3.3. MATERIALES	33
3.3.4. EQUIPOS	34
3.3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	34
3.3.6. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	34
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	38
CAPÍTULO IV	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AFLUENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE JULI	39
4.2. COMPARAR LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE JULI	47
4.3. DETERMINAR EL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE JULI EN LA DISMINUCIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES.	52
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
BIBLIOGRAFÍA	59
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Parámetros para el muestreo de efluentes	35
Tabla 02: Requisitos para la toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo	36
Tabla 03: Operacionalización de variables de la investigación	38
Tabla 04: Características de la laguna de oxidación	40
Tabla 05: Concentración de los parámetros en el afluente	43
Tabla 06: Concentración de los parámetros en el efluente	45
Tabla 07: Características físicas y microbiológicas del primer monitoreo	48
Tabla 08: Características físicas y microbiológicas del segundo monitoreo	50
Tabla 09: Eficiencia de los parámetros analizados	53
Tabla 10: Análisis estadístico	55

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Disposición de una PTAR con diseño mejorado	28
Figura 02: Ubicación del distrito de Juli	32
Figura 03: Muestras en Planta de Tratamiento de Aguas Residuales	35
Figura 04: Estado actual de los componentes de las lagunas	40
Figura 05: Verificación del ingreso y exteriores de la laguna	41
Figura 06: Diagnóstico de la primera laguna de oxidación	41
Figura 07: Diagnóstico de la segunda laguna de oxidación	42
Figura 08: Parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna de oxidación	44
Figura 09: Parámetro microbiológico en el afluente de la laguna de oxidación	44
Figura 10: Parámetro fisicoquímico en el efluente de la laguna de oxidación	46
Figura 11: Parámetro microbiológico en el efluente de la laguna de oxidación	46
Figura 12: Comparación de los parámetros fisicoquímicos con los LMP	48
Figura 13: Comparación del parámetro microbiológicos con los LMP	49
Figura 14: Comparación de los parámetros fisicoquímicos con los LMP	51
Figura 15: Comparación del parámetro microbiológicos con los LMP	51
Figura 16: Eficiencia de la laguna de oxidación	53
Figura 17: Diagnóstico de la zona de estudio	65
Figura 18: Recolección de muestras en la primera fecha de monitoreo	65
Figura 19: Análisis en laboratorio del primer muestreo	66
Figura 20: Recolección de muestras en la segunda fecha de monitoreo	66
Figura 21: Conservación de muestras	67
Figura 22: Análisis en laboratorio del segundo muestreo	67
Figura 23: Análisis en laboratorio del segundo muestreo	68

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Matriz de consistencia: EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI, 2023	64
Anexo 02: Panel fotográfico	65
Anexo 03: Resultado del afluente y efluente del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del primer muestreo.	69
Anexo 04: Resultado del afluente y efluente del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del segundo muestreo	70

RESUMEN

El estudio tuvo como objetivo, evaluar la eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Juli; metodológicamente se realizó el monitoreo en 2 fechas considerando los parámetros químicos pH, temperatura, DBO5, DQO, aceites y grasas, Sólidos totales disueltos y en parámetros microbiológicos fue Coliformes termotolerantes; para ello se recolectaron muestras de 3.5 litros en el afluente y efluente para cada monitoreo, cumpliendo con el protocolo de muestreo correspondiente, además se efectuó la cadena de custodia bajo refrigeración, los cuales fueron enviadas para su análisis al Laboratorio de Análisis Químico Ambiental LACUAMEQ E.I.R.L. Los resultados de laboratorio se sistematizaron para su comparación con los límites máximos permisibles para plantas de tratamiento de aguas residuales D.S. N° 003-2010-MINAM, determinando la eficiencia de la laguna de oxidación, donde indica que, aceites y grasas posee una eficiencia de 21.63%, Coliformes termotolerantes 98.38%, DBO5 9.85%, DQO 51.52% y sólidos totales en suspensión con 31.72%. Los parámetros analizados se encontraron con concentraciones elevadas, donde en el afluente presentó concentraciones en DBO5 con 598.5 mg/l, DQO con 1152 mg/l, aceites y grasas con 21.3 mg/l, Sólidos totales en suspensión con 485 mg/l y Coliformes termotolerantes con 2400000 NMP/100ml. En el efluente tuvo concentraciones de DBO5 con 604.8 mg/l, DQO con 1352 mg/l, aceites y grasas con 20.5 mg/l, Sólidos totales en suspensión con 277 mg/l y Coliformes termotolerantes con 1100000 NMP/100ml. Se concluye que la eficiencia de la laguna de oxidación de acuerdo al tratamiento de aguas residuales en el distrito de Juli, en el primer monitoreo presentó una eficiencia general de 42.62% y en el segundo monitoreo tuvo una eficiencia de 28.386%.

Palabras clave: Aguas residuales, Eficiencia, Lagunas de oxidación, Monitoreo.

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the efficiency of the oxidation lagoon for wastewater treatment in the city of Juli; methodologically, monitoring was carried out on two dates considering the chemical parameters pH, temperature, BOD5, COD, oils and fats, total dissolved solids and in microbiological parameters was thermotolerant coliforms; for this purpose, samples of 3.5 litres in the influent and effluent for each monitoring, complying with the corresponding sampling protocol, in addition the chain of custody was carried out under refrigeration, which were sent for analysis to the Laboratory of Environmental Chemical Analysis LACUAMEQ E.I.R.L. The laboratory results were systematized for comparison with the maximum permissible limits for wastewater treatment plants D.S. No. 003-2010-MINAM, determining the efficiency of the oxidation pond, which indicates that, oils and fats has an efficiency of 21.63%, thermotolerant coliforms 98.38%, BOD5 9.85%, COD 51.52% and total suspended solids with 31.72%. The analysed parameters were found with high concentrations, where the influent showed concentrations in BOD5 with 598.5 mg/l, COD with 1152 mg/l, oils and fats with 21.3 mg/l, total suspended solids with 485 mg/l and thermotolerant coliforms with 2400000 NMP/100ml. The effluent had concentrations of BOD5 with 604.8 mg/l, COD with 1352 mg/l, oils and fats with 20.5 mg/l, total suspended solids with 277 mg/l and thermotolerant coliforms with 1100000 NMP/100ml. It is concluded that the efficiency of the oxidation lagoon according to the wastewater treatment in the district of Juli, in the first monitoring showed an overall efficiency of 42.62% and in the second monitoring had an efficiency of 28.386%.

Keywords: Wastewater, Efficiency, Monitoring, Oxidation ponds.

INTRODUCCIÓN

La importancia del agua para los seres vivos es evidente, siendo esencial para el desarrollo de los orgánicos. Las actividades que realiza el ser humano, generalmente emplea el agua para producir alimentos mediante las actividades agrícolas consumiendo un 70%, el 15% en la industria y 15% para uso doméstico. 844 millones de personas no poseen un servicio básico de suministro de agua (AQUAE FUNDACIÓN, 2022). La cantidad de agua dulce disponible en el mundo es limitada y su demanda incrementa.

Las aguas residuales constituyen un recurso muy valioso, pues aporta en el desarrollo sostenible que pretende aumentar la reutilización del agua y disminuir a la mitad, es considerable la proporción de aguas residuales que se vierten en el medio ambiente sin que se hayan tratado previamente, especialmente en ciertas naciones de bajos ingresos donde solo se trata un 8% de aguas residuales domésticas e industriales, un porcentaje muy escaso es comparado con el 70% registrado en los países de elevados ingresos, debido a la falta de tratamiento, en distintas regiones del mundo vierten sus aguas residuales contaminadas con bacterias, fosfatos, nitratos y disolventes en ríos y lagos que se dirigen al mar con las consiguientes repercusiones negativas para la salud pública y el ambiente (Guillen & Páliz, 2021).

Se reveló que entre los años de 2016 y 2020, el tratamiento de aguas residuales en el ámbito de las Empresas Prestadoras de Servicios se incrementó de un 66.40% a 77.70%, indicando de 11.30 puntos porcentuales. Además, en el Perú existen 202 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales 171 están operativas, es decir que el 85% de ellas cumplen con la función de remover los contaminantes de aguas residuales que provienen del uso de servicios de agua potable y alcantarillado de las ciudades, evitando que estas lleguen a las fuentes de agua naturales como ríos, mares, lagunas, etc. favoreciendo con la protección del ambiente. Las PTAR operativas se encuentran en 31 de las 50 empresas prestadoras del país (GESTIÓN, 2022).

En la ciudad de Juli con una población de 8157 habitantes, cuenta con cuatro lagunas, que se ubican en 2 series cada una, no obstante, son empleadas para la mitad de la población, evacuando sus aguas residuales de manera directa hacia el Lago Titicaca (MINAM, 2014). Por lo cual, el estudio buscó evaluar la eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales.

La investigación está estructurada en cuatro capítulos. En el primer capítulo se conformó por el planteamiento del problema, los antecedentes a nivel internacional, nacional y local sobre el tema. El segundo capítulo está conformado por el marco teórico, marco conceptual e hipótesis del estudio. El tercer capítulo contiene la metodología de la investigación donde se describe la ubicación del estudio, tamaño de muestra, métodos y técnicas aplicadas. El cuarto capítulo expone y analiza los resultados que se obtuvieron en la presente investigación. Finalizando en las conclusiones, recomendaciones, bibliografía y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En América menos del 5% de las aguas de alcantarilla poseen algún tratamiento, el resto sin el debido tratamiento de aguas negras son generalmente vertidas a cuerpos de agua superficial originando un riesgo principalmente para la salud humana, animales y el medio ambiente. Además, se sabe que las aguas residuales acogen microorganismos que provocan enfermedades, que incluyen bacterias, protozoos y virus. Asimismo, se menciona que mundialmente más del 80 % de aguas residuales está siendo vertidas en el medio ambiente sin tratamiento, teniendo serias consecuencias (UNWATER, 2017). La contaminación del agua mayormente de los ríos de América Latina, Asia y África empeora, anteriormente se registró más de 800.000 decesos a nivel mundial por efectos del agua potable contaminada, más son cada vez las zonas muertas desoxigenadas en mares y océanos por el vertido de aguas residuales sin un tratamiento (UNICEF, 2018).

El Perú no es ajeno lo suscitado, ya que con referencia a un estudio efectuado por la SUNASS indica que 89 localidades que se encuentran bajo el ámbito de las EPS sin tratamiento de aguas residuales; de las cuales hace diez años un total de 289 000 m^3 /día sin algún tratamiento. Mencionado de distinta forma, dicha cantidad de aguas negras son vertidas de manera directa cuerpos de agua y otros con destino a la agricultura ocasionando un impacto que perjudican el medio acuático y suelos (SUNASS, 2022).

En la ciudad de Juli, hasta el momento no se posee suficiente información sobre el estado de la laguna de oxidación, tampoco sobre el funcionamiento actual de las lagunas, por lo cual la presente investigación se propuso determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente probando su eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales en Juli – 2023.

1.1.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es la eficiencia de la Laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales municipales del distrito de Juli - 2023?

1.1.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos en el efluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli?
- ¿Cuál es la concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales en comparación a los LMP?
- ¿Cuál es el porcentaje de eficiencia de la laguna de oxidación del distrito de Juli en la disminución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. INTERNACIONALES

Fragoso et al. (2021) en el estudio “Análisis de variables fisicoquímicas en el proceso de remoción de coliformes en el sistema de lagunas de oxidación, Salguero, Valledupar (Colombia)” tiene como objetivo general es analizar la relación entre variables físico-químicas y el porcentaje de remoción del grupo de coliformes. Realizó la recolección y análisis de 12 muestras de agua residual, en temporada seca y de lluvia del sistema de tratamiento de aguas residuales. Concluye que las concentraciones y el porcentaje de remoción de coliformes, no se encuentra conforme a las normativas vigentes para vertimientos de aguas en fuentes receptoras. Así también el vertimiento de

las aguas residuales se transforma en una dificultad de salud pública para habitantes de la zona.

Guillen & Páliz (2021) en el estudio “Evaluación y propuesta de mejoramiento del Sistema de Tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de oxidación del Cantón Echeandía, ubicado en la provincia Bolívar”. Se realizó la evaluación, el GAD proporcionó los análisis de laboratorio efectuados en las lagunas de oxidación en el afluente y efluente de las mismas. En resultados indica que la planta de tratamiento de aguas residuales, con relación a su funcionamiento actualmente, no es el más apropiado, además verificó que DBO y DQO, excediendo los Límites Permitidos. Concluye que el TRH generado en laguna anaeróbica, facultativa y maduración son de 2.29, 1 días, respectivamente.

Solorzano (2021) en el estudio “Diagnóstico de la operación, mantenimiento y evaluación de impactos ambientales de las lagunas de oxidación de la ciudad Palestina, provincia del Guayas. En la metodología recolectó información de las lagunas, tales como caudales, medidas superficiales. En los resultados obtuvo que las lagunas presentan una eficiencia de remoción en los parámetros con DBO de 77%, SST con 92%, Aceites y grasas del 0% y Coliformes Termotolerantes con un 84 % es por eso que indica que las eficiencias son buenas. La investigación concluye indicando que los impactos ambientales que se generó son por las posibles infiltraciones de aguas servidas hacia el suelo perjudicando así la calidad de aguas subterránea y suelo, también la ciudad posee una cobertura de 70% en el alcantarillado sanitario con presenta con una estación de bombeo y una planta de tratamiento de aguas servidas que se conforma por laguna facultativa y de maduración.

1.2.2. NACIONALES

Moreno (2023) en su estudio “Evaluación y eficiencia de la calidad del agua de las lagunas de estabilización “Las Gaviotas” Nuevo Chimbote. Con el objetivo de evaluar los

parámetros biológicos, físicos y químicos de aguas residuales, en la metodología efectuó la toma de muestra en el efluente y afluente. En los resultados indicó que la calidad de agua en las lagunas de estabilización excede los LMP, a excepción de temperatura, pH y nitrato, por lo cual sugirió un mejor diseño incorporando la construcción de un humedal artificial a la salida del tratamiento. Concluyendo que las lagunas de estabilización presentan un alto índice de biodegradabilidad, con relación entre DQO y DBO5, sin embargo, no se consideran eficientes, esto por la deficiencia en el manejo del sistema, mantenimiento y construcción.

Campos & Castillo (2021) en la investigación “Evaluación del agua tratada por la laguna de oxidación para su reutilización en el riego de sembríos, en el distrito de Chulucanas – Piura 2021”. Inició la investigación analizando en campo tanto físico-químico y microbiológico, y siendo analizado en laboratorio, tomando así un aproximado de 3 litros de agua. En los resultados, presentó 3 procedimientos comenzando con 2 lagunas anaerobias donde sus características son de 35 m de ancho, 62 m de largo, 4m de profundidad, con retención de 22 días y carga orgánica de 1.067 kg/día por cada laguna. Concluye que, al realizar el análisis de la laguna, obtuvo 15 mg/l de DBO, OD con 8.4 mg/l, MO con 3.25 ppm, Escherichia coli con 85 mg/l, pH con 7.8, STD con 360 ppm, conductividad con 108 mS/cm y Sólidos en Suspensión 52 ppm. Encontrándose así dentro de lo establecido por DIGESA para Riego de vegetales, siendo así aptas para la reutilización en el riego de vegetales.

Chozo (2021) en el estudio “Evaluación de la eficiencia de tratamiento de la laguna de estabilización de la ciudad de Salas provincia y departamento de Lambayeque” tiene por objetivo evaluar la eficiencia de las lagunas de estabilización. En la metodología realizó la caracterización de la PTAR y la recolección de muestras. Los resultados de los parámetros analizados fueron; aceites y grasas (14.2 mg/l); coliformes fecales (54×10^3 NMP/100ml); DBO (375.5 mg/l), DQO (718.4mg/l), pH (9.37), sólidos totales en

suspensión (110.7 mg/l) y la temperatura (28.2 °C). Concluyendo que no cumplen los LMP y ECA, siendo así que la PTAR de sales es ineficiente para su funcionamiento.

Castellanos (2020) en el estudio denominado “Optimización del Sistema de tratamiento de aguas residuales por las Lagunas de Oxidación/Estabilización del sector Mukuraya, provincia de Moho, región Puno”. En la metodología se tomó 5 L. de agua residual de los efluentes de la laguna. En los resultados fue que el tratamiento 1 ya que cumple LMP para efluentes, los parámetros que presentaron alta remoción son STT con 96.55 %, DQO con 94.93 % y DBO con 96.29 %, en el caso del pH que presentó 6.98 donde sería un rango adecuado, y en 1 L de agua residual se emplea 20 ml mucílago de *Opuntia ficus*, con 40 ml de sulfato de aluminio con una agitación de 5 minutos. También indicó que las lagunas sólo se efectúa un tratamiento preliminar originando impactos ambientales, por la aglomeración de residuos sólidos, contaminación de aguas y otros.

Rodríguez et al. (2016) en el estudio titulado “Eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales domésticas, localidad de Huaró - Cusco”. Se siguió el protocolo de muestreo donde realizó un análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas residuales del afluente, efluente y vertimiento, posterior a ellos comparó con los LMP con referencia al D.S. 003-2010 y D.S. 015-2015 del MINAM. En los resultados encontró inferior de los LMP, de aceites y grasas reportó 25 mg/L excediendo el LMP, con relación al análisis bacteriológico todos los valores de C.Termotolerantes excedieron los LMP, estando no adecuadas para su vertimiento a cuerpos de agua. Concluye que las lagunas poseen un mantenimiento y operatividad inadecuada, con un riesgo elevado, los parámetros Físicoquímicos de las aguas residuales del afluente, efluente y el punto de vertimiento, están por debajo de los LMP

Mota (2017) en su investigación “Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de las Lagunas de Oxidación de la Ciudad de Casma-2017”, tuvo como objetivo general evaluar el Sistema de Tratamiento de Aguas. En su resultado ha

obtenido DBO5 66.67 % y 69.88%; sólidos totales suspendidos 75.23 % y 87.84%; aceites y grasas 82.76 % y 0.44%; DQO 66.56 % y 73.45%; coliformes termo tolerantes 62.86 % y 31.43%, perteneciente a la laguna 1 y 2. En el afluente de la laguna 1 y 2, DBO 210 y 986; STS 218 y 370; aceites y grasas 58 y 75; DQO 320 y 1627; Coliformes termotolerantes 35000000 y 35000000. Efluente, DBO 70 y 297; STS 54 y 45; aceites y grasas 10 y 42; DQO 107Y 432; Coliformes termotolerantes 13000000 y 24000000. En conclusión, actualmente el sistema se encuentra en mal estado, pues con los estudios en campo y muestras tomadas en agua residual se identificó que las obras del sistema no cumplen con la función para la que se diseñaron y no cumplen con los LMP y ECA.

1.2.3. REGIONALES Y LOCALES

Tapia (2022), en el estudio “Calidad de agua residual en la laguna de estabilización Espinar – Puno 2021”. El método empleado se definió por el estudio de nivel descriptivo, tomando muestras de agua con el protocolo establecido. En los resultados mencionan que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en la laguna primaria no cumplen con la normatividad, ya que el 71.42 % se encuentran por encima de los LMP. Además de que los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos en el efluente no cumplían con la normatividad vigente, presentando 42.86% de los mismos excediendo los LMP. En conclusión, indica que la calidad de agua residual, no cumple con la norma vigente para efluentes, al presentar 42.87% de los parámetros perjudicados, estando por encima de los LMP.

Apaza (2021), en el estudio “Evaluación de la eficiencia de los tratamientos biológicos en la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de San José provincia de Azángaro”. Se tomaron muestras a la entrada de la cámara de rejilla, a la salida de la cámara de rejilla, a la salida de la trampa de grasas, a la salida del sedimentador, a la salida del sedimentador, a la salida del filtro de arena y grava, a la salida de los filtros percoladores y a la salida de los humedales artificiales con el fin de recopilar la información necesaria (efluente). Los datos obtenidos demuestran que los tratamientos

biológicos son eficientes aceites y grasas al 94,4%, DBO el 34,71% , DQO el 34,32% , SST el 34,02% y 99,11% de los sólidos suspendidos totales. Las conclusiones extraídas son que la depuradora posee más alta eficiencia en la eliminación de aceites y grasas, c. termotolerantes y mínima eficiencia en términos de DBO y DQO. El filtro percolador tiene la menor eficiencia del sistema total de tratamiento.

Castellanos (2020), realizó el estudio “Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales por las lagunas de oxidación del sector Mukuraya Provincia de Moho, Región de Puno” con el fin de optimizar el sistema de tratamiento de Aguas Residuales, conformada por una muestra de 5 litros de agua residual en el efluente. Los resultados del tratamiento 1 es eficiente cumpliendo los LMP para los efluentes de agua de las lagunas. Los parámetros que presentan elevados porcentajes de remoción son 96.55% en SST, 96.29% en DBO y 94.93% en DQO, con relación al pH un 6.98 con rango adecuado, en 1 L. de agua residual utilizó 20 ml de mucílago de *Opuntia ficus indica* con 40 ml de sulfato de aluminio con agitación de 5 minutos. También indica que en las lagunas sólo efectúa un tratamiento preliminar ocasionando impactos al ambiente, por la aglomeración de RR. SS, degradación del suelo y contaminación de aguas. Concluye que el uso del mucílago de *Opuntia ficus* y sulfato de aluminio presenta eficiencia en el tratamiento.

Medrano et al. (2020), en el título Operatividad de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas circunlacustres al lago Titicaca-Sector Perú. El estudio realizó diagnóstico a la situación de 16 sistemas de tratamiento de aguas residuales localizadas aledañas al Lago y soluciones de mejoras para su operatividad a un plazo corto para cubrir el tiempo de 4 años de un aproximado que falta para edificar y poner en operación las nuevas 6 PTARD, por iniciativa del estado peruano. En los resultados indica que los últimos 5 años el 56.25% no realizaron mantenimiento a las PTAR y el 43.75 % realizó insuficientes mantenimientos siendo la causa, en tanto no funcionan al 100 %. Por lo

tanto, es recomendable una asignación de fondos del estado para cumplir programa de mantenimiento y operación en las plantas.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Evaluar la eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales del distrito de Juli - 2023

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el afluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli.
- Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los LMP para plantas de tratamiento de aguas residuales en el efluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli.
- Determinar el porcentaje de eficiencia de la laguna de oxidación en la disminución de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del distrito de Juli.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.1. EFICIENCIA DE LAGUNAS DE OXIDACIÓN

La eficiencia consta los recursos empleados y a los resultados obtenidos, además refleja la capacidad o rango crucial, cuya misión es siempre lograr objetivos, aunque incluya condiciones y elevadamente competitivos (Rodríguez et al., 2016). La eficiencia de remoción de microorganismos depende del número de lagunas en serie, del tiempo total de retención y algunos factores ambientales (radiación solar, temperatura, fuerza del viento) (CONAGUA, 2015).

La eficiencia de las lagunas de estabilización son las cantidades o porcentajes de los contaminantes que se hayan eliminado, depende de las diferentes condiciones del clima como la temperatura de este, las lagunas de estabilización son el tratamiento más empleado y más eficiente ya que solo necesitan tiempo de retención indicado y los factores naturales, estas operan desde pequeñas cantidades de biomasa y hasta en periodos largos o cortos de retención (Bustamante, 2017).

2.1.2. AGUAS RESIDUALES

El agua contaminada con desechos humanos, como orina y heces, se denomina agua residual. Aquellos desechos orgánicos humanos o animales, excrementos producidos por animales. Incluyen cualquier tipo de agua cuya calidad se haya visto afectada por la actividad antropogénica. La FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación) define el agua remanente como el agua que no tiene valor inmediato para el fin para el que fue utilizada o para el fin para el que fue producida

debido a su calidad, cantidad o al momento en que está disponible. Sin embargo, las aguas residuales de un usuario podrían servir de suministro para otro usuario en otro lugar (Castellanos, 2020).

Además, la OEFA (2015) señala, que son aquellas donde las características originales fueron cambiadas por acciones antropogénicas y que por su calidad necesitan un tratamiento previo, antes de su rehúso, vertidas al cuerpo natural de agua o descargas al sistema de alcantarillado. Además, se presenta cuatro fuentes fundamentales de agua residual, los cuales son:

a) Aguas domésticas

Proviene de acciones domésticas diariamente, tales como la preparación de alimentos, limpieza, lavado de ropa, baño, etc. Dichos desechos tienen un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. Los componentes cambian con referencia a los hábitos de la población que lo origina, el agua posee un contenido de sólidos por debajo del 1 % (Orellana, 2022).

b) Aguas residuales industriales

Proviene de distintos procedimientos industriales, sus componentes cambian conforme al tipo de procedimiento industrial, además poseen características distintas en industrias. Sus componentes reflejan el tipo de materias primas empleadas al interior del procedimiento industrial (Campoverde, 2019).

c) Aguas residuales agrícolas

Son los que vienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas, además con características por pesticidas, sales y un elevado contenido de sólidos en suspensión. La descarga de esta agua es recibida de manera directa por los ríos o por los alcantarillados (Pérez, 2022).

d) Pluviales o aguas de lluvias

Son las que resultan del agua de lluvia que escurre por superficies terrestres como jardines, calzadas, tejados y otras superficies terrestres. Debido al arrastre de escombros y otros objetos acumulados en la superficie, los primeros flujos suelen estar bastante sucios (Valdivielso, 2020).

2.1.3. CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES

El contenido total de sólidos, incluye la materia disuelta, la materia en suspensión, la materia sedimentable y la materia coloidal, es la propiedad física más significativa de las aguas residuales. La temperatura, la densidad, el color y la turbidez son otras cualidades físicas cruciales (Orellana, 2022).

a) Sólidos totales en suspensión

Definido como la materia que se obtiene como residuo después de someter el agua a un procedimiento de evaporación entre 103° y 105°. No es definido como sólido la materia que se pierde en el proceso de la evaporación a razón de su elevada presión de vapor. Los sólidos sedimentables son definidos como aquellos que se sedimentan en el fondo de un recipiente de manera cónica (cono de Imhoff) en el proceso de un proceso de una hora (Quispe, 2021). El transporte de sólidos en suspensión es posible gracias a los movimientos del agua; sin embargo, los sólidos en suspensión aumentan la turbidez. Las altas concentraciones de partículas en suspensión impiden que la luz solar llegue al agua, lo que a su vez ralentiza el proceso fotosintético necesario para el crecimiento de la vida acuática (Ramos, 2021).

b) DBO

Factor que cuantifica cuánto oxígeno se utiliza para descomponer el material fisiológicamente consumible u oxidable incluido en una muestra líquida, disuelta o en suspensión. Suele analizarse tras cinco días de reacción y se expresa en 7 mgO₂/l. Se emplea para determinar el nivel de contaminación (Llontop, 2018). Las bacterias y los hongos florecen en el medio acuático debido a la carga orgánica, los hongos utilizan el oxígeno para oxidar los materiales orgánicos, que es como se utiliza el oxígeno para apoyar el crecimiento de la flora y la fauna marinas significa que el consumo de oxígeno

de los microbios aumenta con el incremento de la carga orgánica, en detrimento de la vida acuática (Ramos, 2021).

c) DQO

Determina cuántos compuestos químicamente oxidables están suspendidos o disueltos en una muestra líquida. Se cuantifica en miligramos de oxígeno diatómico por litro (mgO_2/l) y se utiliza para calibrar el nivel de contaminación. Aunque el objetivo principal de este método es determinar la concentración de materia orgánica, las interferencias derivadas de la presencia de compuestos inorgánicos oxidables (sulfuros, sulfitos, yoduros) provocan interferencias que se reflejan en el resultado (Garaycochea, 2020). Dado que muchos compuestos orgánicos pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente, el valor de la DQO es siempre mayor que el de la DBO₅. Su contenido es materia orgánica, que incluye hidratos de carbono, proteínas, lípidos y sustancias inorgánicas como hierro ferroso, nitritos, amoníaco, sulfuros y cloruros. Pueden oxidarse químicamente pero no biológicamente (Llontop, 2018).

d) pH

El la cantidad de ión hidrógeno en el agua, manifestando como logaritmo negativo de la cantidad molar del ión hidrógeno, de aguas residuales en proporciones desfavorables del ión hidrógeno son difíciles de tratar de forma biológica (Tirado, 2022). El equilibrio entre el dióxido de carbono, la disolución de los carbonatos y la insolubilización de los bicarbonatos da como resultado un pH, los mecanismos de fotosíntesis, asimilación de nitrógeno y respiración afectan al pH (Ramos, 2021).

e) Temperatura

Es un indicador de calidad de agua que controla la conducta de los demás indicadores (DIGESA, 2018). En la situación particular del mar, la temperatura es una característica distintiva y errática tanto en el espacio como en el tiempo, afecta a la conductividad, el pH, la disociación de las sales disueltas, la solubilidad de las sales y la variabilidad espacial y temporal (Ramos, 2021).

f) Aceites y Grasas

Las grasas son el componente de las aguas residuales que poseen mayor tendencia a oxidarse. Esto ocasiona que, al estar en los reactores biológicos, fijen de manera rápida el OD disponible, esto puede dar lugar ocasionalmente a condiciones de anoxia que podrían favorecer el crecimiento de bacterias filamentosas (iAgua, 2018). Los hidrocarburos se incluyen en la definición de aceites y grasas, que es un grupo de compuestos insolubles que se separan de la parte acuosa y flotan en el agua para crear cremas, películas y capas iridiscentes. Debido a la naturaleza hidrófoba del hidrocarburo, estos compuestos son muy insolubles en agua, pero solubles en disolventes orgánicos. Como pueden hidrolizarse en ácidos grasos y alcoholes, actúan como alimento para las bacterias (López, 2021).

g) Coliformes Termotolerantes

Se llaman así porque toleran temperaturas de hasta 45°C son indicadores de calidad pues son un número muy limitado de microorganismos. De manera mayor son la E. Coli y en menor proporción están Citrobacter freundii y Klebsiella pneumoniae (Tirado, 2022). Son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal que pueden encontrarse tanto en animales de sangre caliente como en personas. En el caso de los mamíferos de sangre caliente, son abundantes en el sistema gastrointestinal y sobreviven más tiempo en el agua que los microorganismos utilizados para la desinfección. Debido a su capacidad para sobrevivir a altas temperaturas, los coliformes fecales se denominan termotolerantes. Las temperaturas, las circunstancias ideales para la materia orgánica, la humedad, el pH, entre otros, ayudan a su reproducción. La humedad, el pH, entre otros, contribuyen a su reproducción (García, 2022).

2.1.4. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

a) Pre tratamiento

El objetivo del pretratamiento es evitar que el agua residual se estanque y permitir que fluya libremente a través de una cámara de rejilla (separación de partículas grandes) y un desarenador (eliminación de la arena del agua residual) (Trevi, 2020).

- Rejas: Los impulsores y las carcasas de las bombas se protegen de los daños causados por los componentes gruesos colocando cribas antes de las bombas. Las rejillas están formadas por barras verticales que atrapan restos de verduras, trapos, latas y ramas (Trevi, 2020).
- Desarenador: Para evadir la acumulación de lodos en las tuberías o conductos hidráulicos, esta fase consiste en hacer pasar el agua por depósitos o equipos mecánicos que separan las partículas extremadamente diminutas, como arena y grasa, presentes en el agua (Trevi, 2020).

b) Tratamiento primario

Se encargan de quitar las partículas en suspensión de las aguas residuales durante el tratamiento primario. El tratamiento primario incluye las siguientes unidades: lagunas de estabilización para la fase anaerobia, decantadores, fosas sépticas, tanques Imhoff y otras unidades.

- Lagunas de estabilización: Estanque utilizado para la evacuación de aguas residuales, la estabilización de la MO y la reducción de bacterias.
- Tanque Séptico: Sistema individual de evacuación de aguas residuales para una sola residencia o un grupo de unidades que mezcla la sedimentación y la digestión. Las partículas sedimentadas y digeridas se retiran manual o mecánicamente de forma regular, y el efluente se elimina por percolación en el suelo, disminución de microorganismos y estabilización de materia orgánica.
- Tanque Imhoff: Son tanques principales de sedimentación con una cámara en el fondo que añade la digestión de lodos. En una cámara situada en la parte baja se integra la digestión de lodos (MVCS, 2009).

c) Tratamiento secundario

Los objetivos del proceso de tratamiento secundario son reducir el contenido biológico de las aguas residuales y satisfacer la necesidad de oxígeno. satisfacer la necesidad de

oxígeno. Los estanques de estabilización, los humedales artificiales y los lodos activados son algunos de los componentes del proceso de degradación.

- Filtro percolador: Un método por el que las aguas residuales sedimentadas se introducen en un medio filtrante de piedra gruesa. La capa cubierta de microorganismos que se forma en el medio filtrante estabiliza el contenido orgánico del efluente (Olmedo, 2019)

d) Tratamiento terciario

Posterior al tratamiento secundario, reduce la carga orgánica restante, que incluye nutrientes, metales pesados, detergentes y otros compuestos peligrosos. Se tiene otros componentes como: Filtraciones, adsorción, humedales artificiales entre otros (Olmedo, 2019).

- Cámara de contacto: Tanque largo donde el producto químico de desinfección está en contacto con las aguas residuales tratadas. Higienizante. La cámara de contacto posee como fin suscitar el tiempo de contacto que se necesita para permitir la actividad bactericida del cloro con mayor eficiencia (Campoverde, 2019).

2.1.5. ESTANQUES DE ESTABILIZACIÓN

Según, Santos & Händel (2021) se emplean de manera común para el tratamiento de aguas residuales. Estos sistemas están compuestos por una serie de estanques: lagunas anaeróbicas, lagunas facultativas y lagunas de maduración. Generalmente producen efluentes de buena calidad en términos de materia orgánica y eliminación de patógenos, pero su aplicación tiene desventajas. Las desventajas más graves son un largo tiempo de retención, la liberación de biogás y la imposibilidad de eliminar los nutrientes. Una alternativa prometedora al uso de WSP es reemplazar la laguna anaeróbica y la laguna facultativa con un reactor de manto de lodo anaeróbico de flujo ascendente (UASB), con las ventajas de reducir en gran medida el tiempo de retención y la captura de biogás.

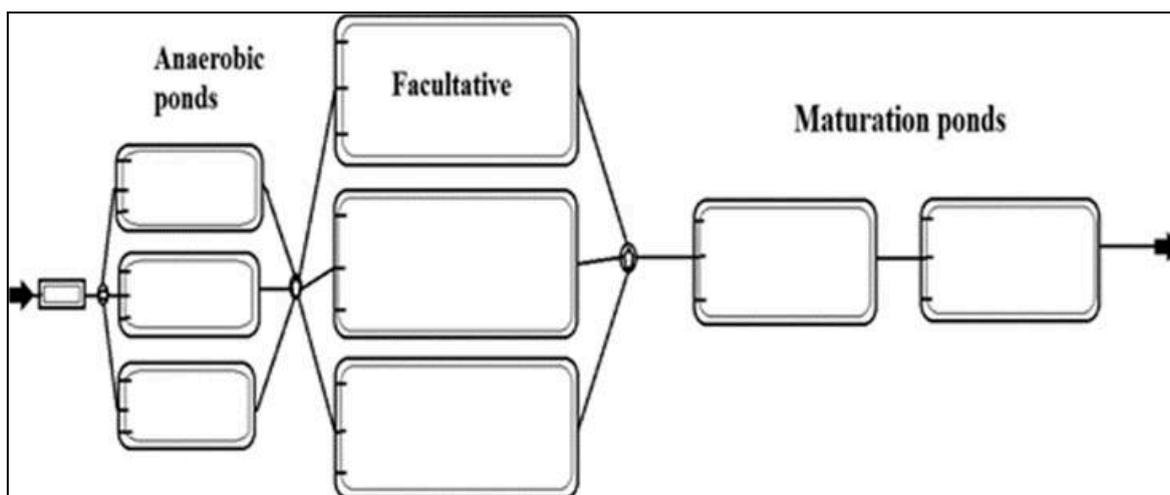


Figura 01: Disposición de una PTAR con diseño mejorado

Fuente: (Achag et al., 2021)

2.1.6. LAGUNAS DE OXIDACIÓN

Estructuras simples de tierra, abiertas al sol y aire, que conforman los recursos naturales. Cuando el agua residual se descarga en una laguna se efectúa de manera espontánea un procedimiento de auto purificación o estabilización natural, en donde tienen lugar fenómenos de tipo físico, químico y biológico.

La autodepuración, o estabilización natural, se produce cuando las aguas residuales se vierten en estanques, lagunas, que implica la aparición de fenómenos físicos, químicos, bioquímicos y biológicos. Existen fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico (Satalaya, 2015).

a) Proceso anaerobio

Este método lleva más tiempo y puede producir olores desagradables. Cuando la entrada de oxígeno disuelto supera la absorción de oxígeno disuelto en la masa de agua debido a la fotosíntesis de las algas y el oxígeno disuelto, se desarrollan condiciones anaeróbicas y la laguna se vuelve gris. La laguna adquiere un tono gris oscuro como resultado de la fotosíntesis que realizan las algas y el oxígeno disuelto (Satalaya, 2015).

b) Proceso anaerobio

La descomposición de la materia orgánica, que se produce en una masa de agua que contiene materia orgánica y oxígeno disuelto, es lo que distingue a este proceso. Se trata de un proceso bacteriano aeróbico o aerobio que utiliza oxígeno disuelto que desarrollan sustancias químicas inorgánicas que proporcionan nutrientes a las algas, que a su vez generan algas, que a su vez producen oxígeno que ayuda a la función de las mismas bacterias.

2.1.7. AFLUENTE

El afluente se une al efluente en el sitio o zona conocida como confluencia. Líquido o agua que ingresa a un reservorio (Darivan & Huamani, 2020).

2.1.8. EFLUENTE

Término que se refiere a las aguas servidas con desechos sólidos RR.SS., líquidos o gaseosos que se emiten por viviendas o industrias de forma general a los cursos de agua, también se refiere al caudal de salida del proceso de tratamiento (Darivan & Huamani, 2020).

Los efluentes, desde el punto de vista humano, se suelen considerar como contaminación. En este grupo se pueden incluir las salidas efectuadas desde una instalación de tratamiento de aguas residuales, la descarga de aguas residuales desde instalaciones industriales o agua desde un depósito de proceso o detención. El agua puede tener una calidad variable, que va desde las fuertemente contaminadas a las completamente limpias (FRANCHI, 2023).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. LAGUNA DE OXIDACIÓN

Depósitos edificados a través de la excavación y compactación de la tierra que almacena agua de diversa calidad por un determinado periodo, el manejo simple del agua residual y la eficiencia energética (Paredes, 2021).

2.2.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Infraestructura y procedimientos que admiten la depuración de las aguas residuales municipales o domésticas (MVCS, 2014).

2.2.3. AGUA RESIDUAL CRUDA

Ubicado en el punto de monitoreo, al ingreso de aguas residuales crudas a la PTAR, posterior a la combinación de los diversos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada (Satalaya, 2015).

2.2.4. AGUA RESIDUAL TRATADA

Se encuentra en la salida del agua residual tratada en la PTAR, y tendrá más de un dispositivo de salida y se localizarán los puntos de monitoreo en cada uno de ellos (Guillen & Páliz, 2021).

2.2.5. DBO

Para oxidar aeróbicamente la MO biodegradable en el agua, los microbios necesitan una cierta cantidad de oxígeno, o DBO. La medición más popular es la DBO5, que detecta únicamente la materia orgánica biodegradable, ya que la cinética de primer orden rige la rapidez con que se descompone la materia orgánica (Janampa & Quiroz, 2021).

2.2.6. DQO

Medición de la tasa de consumo de oxígeno de organismos unicelulares como las bacterias. Se emplea para evaluar la contaminación, y su inconveniente es que se tardan unos 5 días en obtener resultados (Huamán & Palco, 2022).

2.2.7. ACEITES Y GRASAS

Componente que se encuentra en mayor o menor medida, en todas las aguas residuales. Estas tienen una gran tendencia a oxidarse, lo que ocasiona que al llegar al reactor biológico (Darivan & Huamani, 2020).

2.2.8. SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN

Indicador de la calidad de muestras de agua, del océano o de aguas residuales. Cuando el agua es vertida mediante un filtro que se pesó de manera previa, las partículas que quedan en el filtro, se secan y se clasifican como TSS (Tirado, 2022).

2.2.9. COLIFORMES TERMOTOLERANTES

La relación entre la solubilidad del oxígeno en el agua y la temperatura es de proporcionalidad inversa, lo que implica que la solubilidad del oxígeno se reduce a medida que incrementa la temperatura (Burga, 2018).

2.2.10. PH

Cantidad de ión hidrógeno en el agua, manifestando como un logaritmo negativo de la cantidad molar del ión hidrógeno, las aguas residuales en cantidades que desfavorecen al ión hidrógeno son complicadas tratar de manera biológica (Tirado, 2022).

2.3. HIPÓTESIS

2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL

- El tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación es ineficiente en el distrito de Juli - 2023

2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- La concentración de los parámetros físico-químicos y microbiológicos en el afluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli es alta.
- Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli, superan los LMP para aguas residuales.
- El porcentaje de eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación es superior al 50%.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio se realizó en el distrito de Juli, ubicado en la frontera de Huaquina, ubicado en las coordenadas geográficas, Latitud: $16^{\circ}11'31''S$ Longitud: $69^{\circ}27'13''O$ con una altitud de 3888 m.s.n.m.

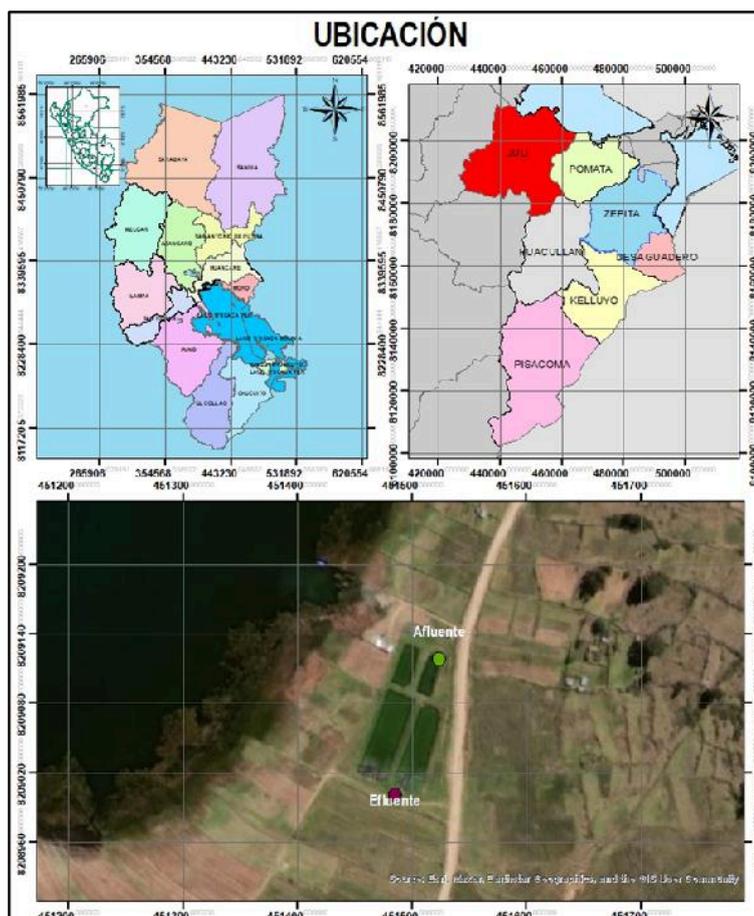


Figura 02: Ubicación del distrito de Juli

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

El presente estudio estuvo conformado por las aguas residuales municipales de la ciudad de Juli, provincia de Chucuito.

3.2.2. MUESTRA

La muestra se conformó por el efluente de la laguna de oxidación de la ciudad de Juli, del cual se tomaron 2 muestras en el afluente y 2 muestras en el efluente de la laguna de oxidación de la ciudad de Juli, se empleó 3.5 litros en el afluente y efluente para cada monitoreo, todo esto según el Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales, los cuales fueron analizados en el laboratorio de calidad ambiental.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación fue descriptiva, con referencia a esto, Hernández et al.(2014), indica que el estudio descriptivo busca especificar las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

3.3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue no experimental, puesto que el estudio se basó en la toma de datos de los fenómenos ocurridos, y describirlos tal como suceden en la realidad sin manipular las variables en estudio, para la determinación de parámetros y a través de ellos se conoció la eficiencia de la laguna (Hernández et al., 2014).

3.3.3. MATERIALES

- Fichas de campo
- Cadena de custodia
- Frascos debidamente etiquetados
- Mascarillas
- Guantes quirúrgicos

- Cooler térmico
- Cinta masking tape

3.3.4. EQUIPOS

- GPS
- Cámara digital
- Multiparámetro

3.3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

Se obtuvieron herramientas de información para identificar la eficiencia de las lagunas, así como el análisis en laboratorio para identificar la concentración de los parámetros en un antes y después.

3.3.6. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

- Protocolo de monitoreo de la calidad de los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales.
- Laboratorio
- LMP – D.S. N° 003-2010-MINAM

Determinar la concentración de los parámetros físico-químico y microbiológicos en el afluente en la laguna de oxidación del distrito de Juli 2023

a) Reconocimiento del lugar

Inicialmente se realizó una exploración del lugar de procedencia de las muestras de agua residual, posteriormente se efectuó el reconocimiento de las zonas de descarga del agua residual así también se identificó el afluente y efluente.

b) Ubicación de los puntos de muestreos

Posterior al reconocimiento de la zona de ingreso de agua residual, con la ayuda del GPS se localizó las coordenadas de los puntos de muestreo.

c) Toma de muestra

Se ubicó el punto de monitoreo en el afluente del agua residual, posterior a los diversos colectores de agua residual que hace descarga a la obra de llegada a la PTAR o en su

efecto, al ingreso a cada módulo de tratamiento, así también se tomará las muestras en el efluente de la laguna de oxidación

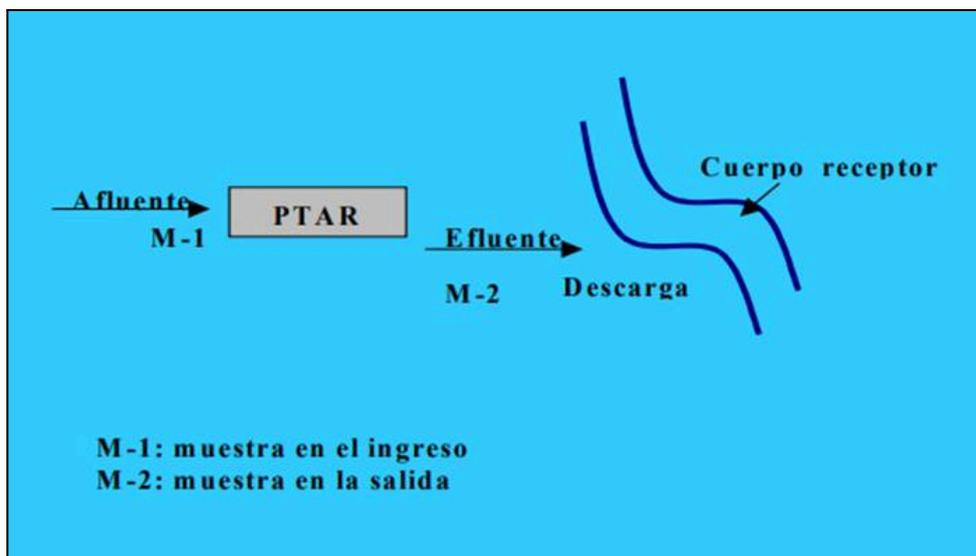


Figura 03: Muestras en Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Fuente: (DIGESA, 2018)

Los parámetros analizados son los indicados en la siguiente tabla:

Tabla 01: Parámetros para el muestreo de efluentes

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10.000
DBO	mg/L	100
DQO	mg/L	200
pH	Unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Fuente: (MINAM, 2010)

a) Preservación de muestras

Para la recolección de muestras, se empleó los criterios que se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 02: Requisitos para la toma de muestra de agua residual y preservación de las muestras para el monitoreo

Determinación/ Parámetro	Recipiente	Volumen mínimo de muestra	Preservación y concentración	Tiempo máximo de duración
Fisicoquímico				
Temperatura	P, V	1000 mL	No	15 min
pH		50 mL	No	15 min
DBO5	P, V	100 mL	Refrigerar a 4°C	48 horas
DQO	P, V	100 mL	Analizar lo más pronto posible, o agregar H ₂ SO ₄ pH<2; refrigerar a 4°C	28 días
Aceites y grasas	V, ámbar boca ancha calibrado	1000 mL	Agregar HCl hasta pH<2, refrigerar a 4°C	28 días
SST	P, V	100 mL	Refrigerar a 4°C	7 días
Microbiológico				
Coliformes Termotolerantes	V, esterilizado	250 mL	Refrigerar a 4°C	7 días

Fuente: (MVCS, 2014)

Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los LMP para plantas de tratamiento de aguas residuales en el efluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli

a) Reconocimiento del lugar

Inicialmente se realizó una exploración del lugar de procedencia de las muestras de agua residual, posteriormente se efectuó el reconocimiento de las zonas de descarga del agua residual así también se identificó el afluente y efluente.

b) Ubicación de los puntos de muestreos

Posterior al reconocimiento de la zona de descarga de agua residual, con la ayuda del GPS se localizó las coordenadas.

c) Toma de muestra

Se ubicó el punto de monitoreo en la salida del agua residual de la laguna de oxidación en Juli, de igual manera los parámetros analizados son los indicados en la Tabla 1. Una vez recolectada las muestras, se llevó hacia el laboratorio de calidad ambiental, una vez que los resultados fueron entregados por el laboratorio, estos se compararon con los Límites Máximos Permisibles según indica el D.S. N° 003-2010-MINAM.

Determinar la eficiencia de la laguna de oxidación en la disminución de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del distrito de Juli

Para el objetivo establecido, se efectuó mediante el balance de la calidad del agua residual cruda y tratada el cual permitió identificar el porcentaje de eficiencia que presenta la laguna de oxidación, para lo cual se empleó los datos obtenidos en el afluente y efluente analizadas anteriormente y se utilizaron en la siguiente ecuación:

$$E = (S_o - S) / S_o \times 100$$

Donde:

E: Eficiencia del sistema o componente

S: Carga contaminante de salida

So: Carga contaminante de entrada

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

- **Variable Independiente**

Eficiencia de la laguna de oxidación

- **Variable Dependiente**

Aguas residuales

Tabla 03: Operacionalización de variables de la investigación

Variable	Dimensión	Indicador	Escala de medición	
Independiente		Físicos	%	
	Eficiencia de la laguna de oxidación	Remoción de parámetros	Químicos	%
		físicoquímicos y microbiológicos	Microbiológicos	%
Dependiente	Aguas residuales	Aceites y grasas	mg/L	
		DBO	mg/L	
		Parámetros físico-químicos	DQO	mg/L
		pH	unidad	
		Sólidos totales en suspensión	mL/L	
	Parámetros microbiológicos	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. DETERMINAR LA CONCENTRACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AFLUENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE JULI

En el estudio presente se analizaron los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el efluente y afluente de la laguna de oxidación, así como también sus características principales perteneciente al distrito de Juli, los cuales se muestran en la tabla 3 y 4.

a) Características de las lagunas de oxidación

En la tabla 4 se observa las características principales de las lagunas en estudio, donde se aprecia que no realizan limpieza, además de encontrarse en mal estado distintos componentes de las lagunas de oxidación.

Tabla 04: Características de la laguna de oxidación

Nº	CARACTERÍSTICAS	ESTADO
1	Población	19 773
2	Periodo de limpieza	No se realizan
3	Operación	Falta de mantenimiento
5	Cerco perimétrico	No posee
6	Tuberías	Buen estado.
8	Buzón de entrada	No se encuentra en buenas condiciones
7	Rejilla	Se encuentran en mal estado.
8	Cuerpo receptor	Lago Titicaca
13	Infiltración de Agua superficial	Si presenta
14	Presencia de Vegetación	
15	Animales domésticos y ganado	No hay presencia



Figura 04: Estado actual de los componentes de las lagunas

En la figura 4, se observa las fisuras en la infraestructura, presencia de malezas y residuos en el sistema.



Figura 05: Verificación del ingreso y exteriores de la laguna

En la figura 5, se observa charcos de agua en los alrededores, siendo filtraciones de las lagunas, rejas en mal estado e inadecuado manejo de residuos en la limpieza de canal.



Figura 06: Diagnóstico de la primera laguna de oxidación



Figura 07: Diagnóstico de la segunda laguna de oxidación

En la figura 6 y 7, se observa 2 lagunas de oxidación en funcionamiento, no obstante, existen un total de 4 lagunas, donde 2 de las lagunas no se encuentran habilitadas ya que solo se encuentran activas en épocas de lluvia, fallas mecánicas, además de sobrecarga de aguas fluviales como también una infraestructura en deterioro

En la investigación realizada se observó que no se encuentran habilitadas todas las lagunas, entre otros inconvenientes encontrados, como deterioros y falta de mantenimiento, este diagnóstico guarda relación con el estudio de Medrano et al. (2020) donde indica que existen equipos de control en malas condiciones y daños por las constantes lluvias, así como falta de operadores in situ que solo cuentan con un operador a tiempo completo. Todo esto refleja una falta de presupuesto suficiente para realizar los mantenimientos adecuados, donde es imposible para el operador cumplir con las labores por factores presupuestarios, lo que debería solucionarse en un periodo corto.

b) Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el afluente

En la tabla 5, se observa la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en dos tiempos donde en el primer muestreo para el afluente presentó para pH 7.79 y 7.69, en temperatura 8.5 y 12.7, en DBO5 598.5 y 203.55 mg/l, en DQO

1152 mg/l y 1056 mg/l, aceites y grasas con 21.3 y 24.5 mg/l, SST 485 y 454 mg/l y coliformes termotolerantes 24000000 y 93000000 NMP/100ml.

Tabla 05: Concentración de los parámetros en el afluente

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	
			Afluente 1	Afluente 2
1	pH	Und	7.79	7.69
2	Temperatura	°C	8.5	12.7
3	DBO5	mg/L	598.5	203.5
4	DQO	mg/L	1152	1056
5	Aceites y grasas	mg/L	21.3	24.5
6	SST	mL/L	485	454
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	$2.4 \cdot 10^7$	$9.3 \cdot 10^8$

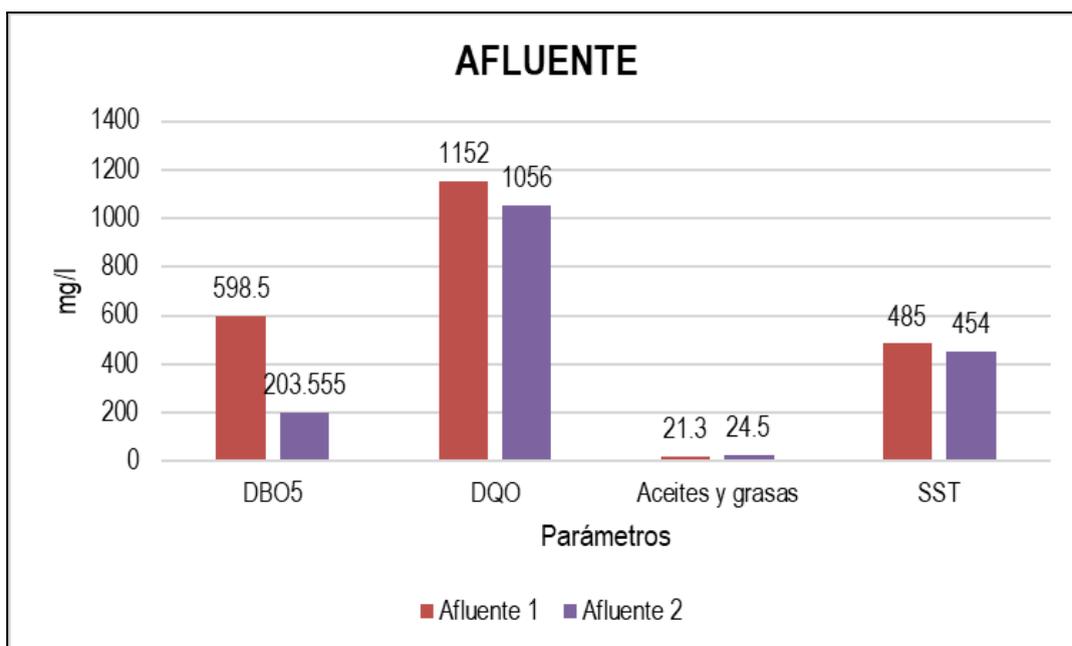


Figura 08: Parámetros fisicoquímicos en el afluente de la laguna de oxidación

En la figura 8, se muestra el afluente en las 2 fechas de monitoreo donde presentan datos similares.

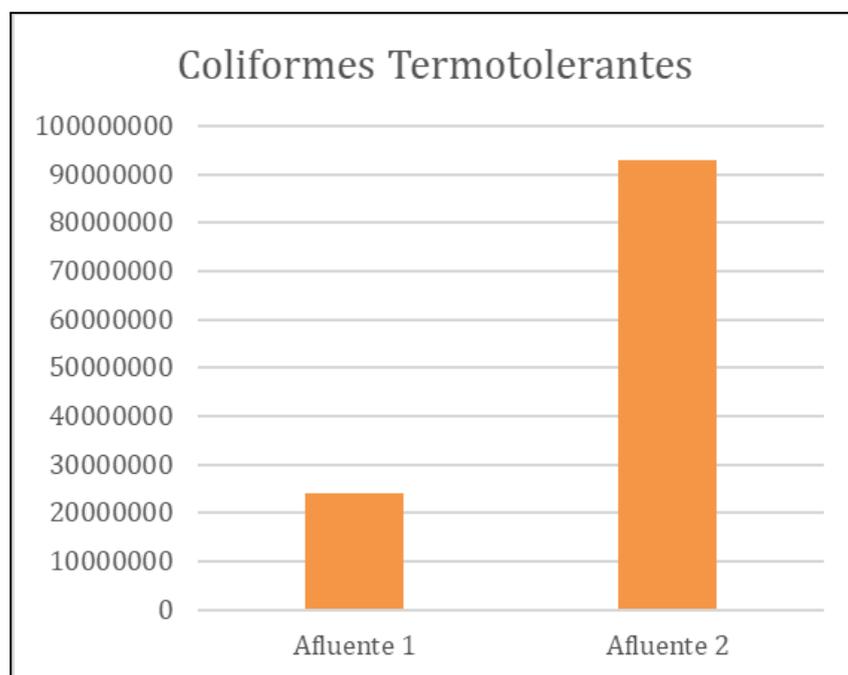


Figura 09: Parámetro microbiológico en el afluente de la laguna de oxidación

En la figura 9, se muestra la concentración de coliformes termotolerantes en el afluente donde se observa que existe una variación en las distintas fechas de muestreo.

Según lo expuesto en los resultados del presente estudio donde se tuvo un afluente de concentración muy elevada, no guardan relación con el estudio de Campos & Castillo (2021) donde con respecto a DBO tuvo un resultado de 15 mg/L, teniendo así la presencia de contaminantes orgánicos muy baja.

c) Concentración de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el efluente

En la tabla 6, se observa la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en dos tiempos donde en el primer muestreo para el efluente presentó para pH 7.69 y 7.42, en temperatura 8.6 y 12.6, en DBO5 604.8 y 183.50 mg/l, en DQO 1352 mg/l y 512 mg/l, aceites y grasas con 20.5 y 19.2 mg/l, SST 277.50 y 310.00 mg/l y coliformes termotolerantes 1100000 y 15000000 NMP/100ml.

Tabla 06: Concentración de los parámetros en el efluente

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado
			Efluente 1	Efluente 2
1	pH	Und	7,69	7,42
2	Temperatura	°C	8,6	12,5
3	DBO5	mg/L	604,8	183,50
4	DQO	mg/L	1352	512
5	Aceites y grasas	ml/l	20,5	19,2
6	SST	mg/l	277,50	310,00
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	$1,1 \cdot 10^6$	$1,5 \cdot 10^7$

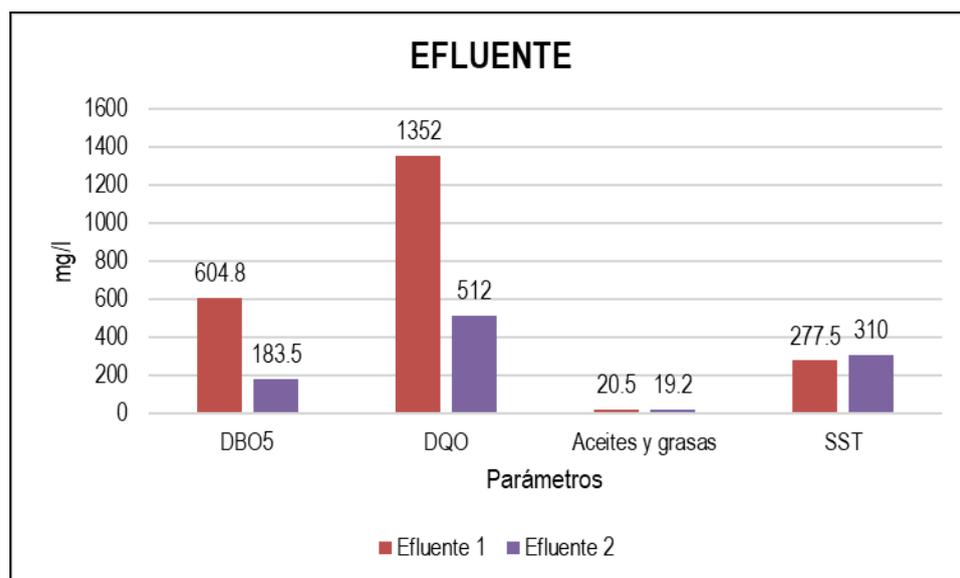


Figura 10: Parámetro fisicoquímico en el efluente de la laguna de oxidación

En la figura 10, se muestra la concentración de parámetros fisicoquímicos en el efluente donde se observa que existe una variación en las distintas fechas de muestreo.

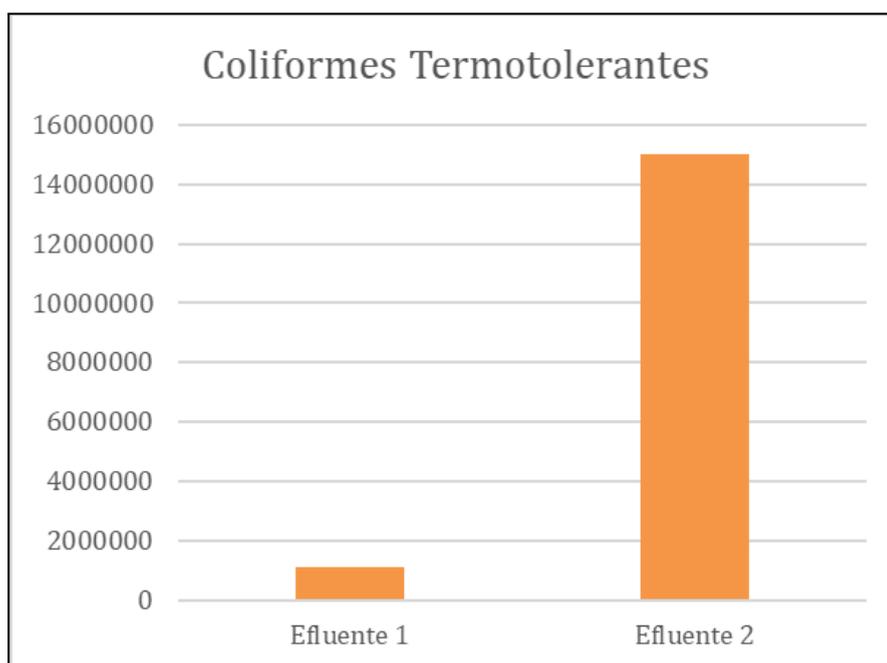


Figura 11: Parámetro microbiológico en el efluente de la laguna de oxidación

En la figura 11, se muestra la concentración de coliformes termotolerantes en el efluente donde se observa que existe una variación en las 2 fechas de muestreo. Así también los

resultados se asemejan al estudio de Chozo (2021) donde menciona que sus resultados con respecto a Coliformes presentó de $54 * 10^3$ NMP/100 mL siendo una concentración elevada, al igual que el estudio de Mota (2017) donde presenta $3.5 * 10^6$ NMP/100 mL tanto en el afluente como en el efluente.

4.2. COMPARAR LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL EFLUENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE JULI

Los muestreos analizados en laboratorio se pueden observar en el **Anexo 4 y 5**, posterior a ello se analizaron a continuación en las siguientes tablas.

a) Primer monitoreo

En la tabla 7 se indica las la concentración en el afluente y efluente del primer monitoreo, en donde para DBO5 presentó 598.5 mg/l en el afluente y 604.8 mg/l en el efluente, para DQO en el afluente 1152 mg/l y efluente 1352 mg/l, aceites y grasas en el afluente con 21.3 mg/l y efluente 20.5 mg/l, SST en el afluente con 485 mg/l y efluente 277 mg/l, Coliformes termotolerantes en el afluente con 24000000 NMP/100ml y efluente con 1100000 NMP/100ml. Lo que indica que para DBO5, DQO, Aceites y grasas, SST y coliformes termotolerantes sobrepasan los LMP para Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 07: Características físicas y microbiológicas del primer monitoreo

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	LMP
			Afluente	Efluente	
1	pH	Unid	7,79	7.69	6.5 - 8.5
2	Temperatura	°C	8.5	8.6	<35
3	DBO5	mg/l	598.5	604.8	100
4	DQO	mg/l	1152	1352	200
5	Aceites y grasas	mg/l	21,3	20.5	20
6	SST	ml/l	485	277	150
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	2.4 *	1.1*	10000

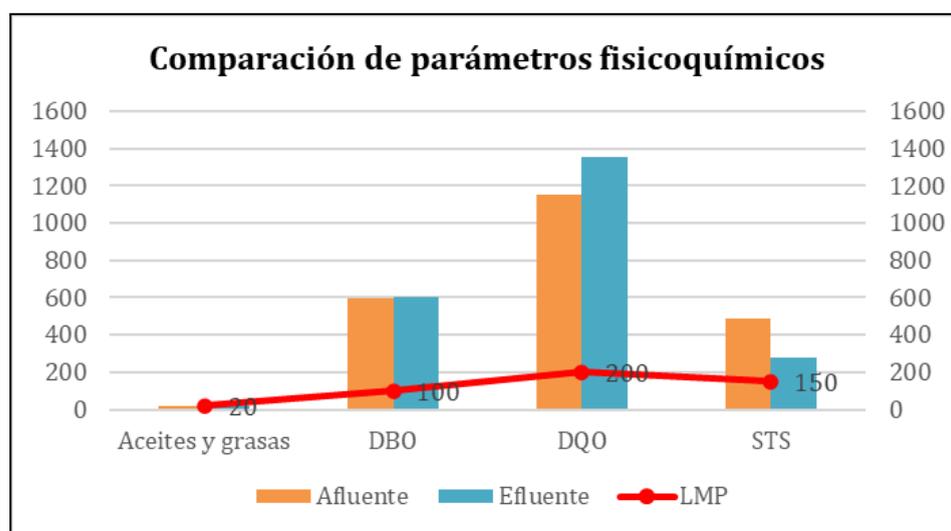


Figura 12: Comparación de los parámetros fisicoquímicos con los LMP

En la figura 12, nos indica que para DQO presentó una elevada concentración en el efluente, superando así al afluente. No obstante, dichos datos no se encuentran aptos para su vertimiento hacia el cuerpo receptor. Según los resultados obtenidos estos exceden los LMP y no son aptas para su vertimiento, esto se asemeja a los resultados del estudio de (Fragoso et al., 2021) indican que la remoción de coliformes totales y

termotolerantes del PTAR Salguero no cumplen con las normativas internacionales y nacionales vigentes para vertimientos de aguas en fuentes receptoras.

Los resultados del presente estudio, guardan relación con el estudio Condori (2023) pues también en los diversos parámetros no se encontraron por debajo de los LMP, sin embargo las concentraciones no guardan relación ya que en el estudio de Condori presentó cifras bajas, sin embargo sobrepasaron los LMP.

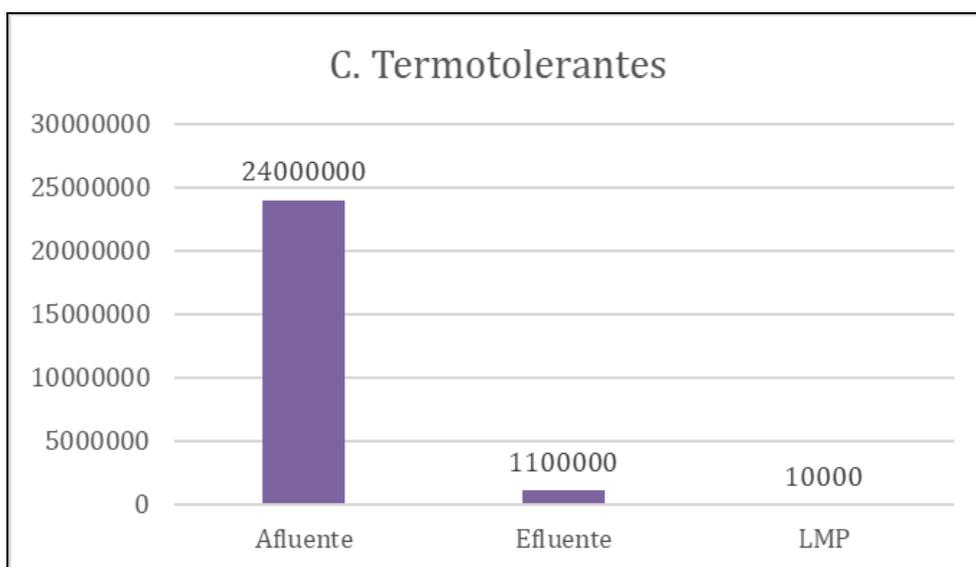


Figura 13: Comparación del parámetro microbiológicos con los LMP

En la figura 13, nos indica una notable reducción en el efluente comparado con la afluyente concentración en el efluente, sin embargo, estos datos sobrepasan de forma relevante los LMP. Los resultados obtenidos en el presente estudio no guardan relación con el estudio de Condori (2022) ya que este presentó una concentración baja con respecto a coliformes termotolerantes con un 2 NMP/100ml, además de que en el estudio de Condori, el efluente incrementó en su concentración con relación al afluyente.

b) Segundo monitoreo

En la tabla 8 se indica las la concentración en el afluyente y efluente del segundo monitoreo, en donde para DBO5 presentó 203.5 mg/l en el afluyente y 183.5 mg/l en el

efluente, para DQO en el afluente 1056 mg/l y efluente 512 mg/l, aceites y grasas en el afluente con 24.5 mg/l y efluente 19.2 mg/l, SST en el afluente con 454 mg/l y efluente 310 mg/l, Coliformes termotolerantes en el afluente con 930000000 NMP/100ml y efluente con 15000000 NMP/100ml. Lo que indica que para DBO5, DQO, Aceites y grasas, SST y coliformes termotolerantes sobrepasaron los LMP para Plantas de tratamiento de aguas residuales.

Tabla 08: Características físicas y microbiológicas del segundo monitoreo

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	Resultado	LMP
			Afluente	Efluente	
1	pH	Und	7.54	7.42	6.5 - 8.5
2	Temperatura	°C	12.7	12.5	<35
3	DBO5	mg/l	203.5	183.50	100
4	DQO	mg/	1056	512	200
5	Aceites y grasas	ml/l	24.5	19.2	20
6	SST	mg/l	454	310	150
7	Coliformes termotolerantes	nmp/100ml	$9.3 \cdot 10^8$	$1.5 \cdot 10^7$	10000

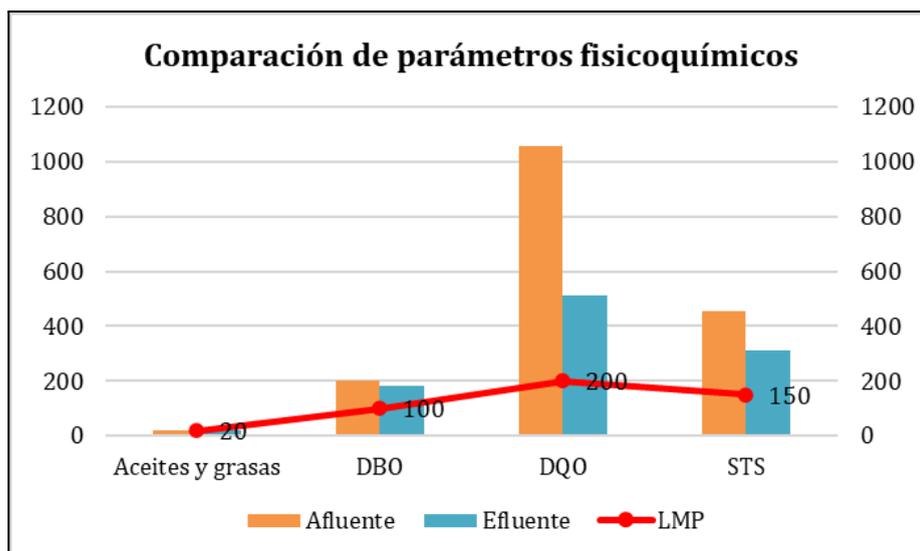


Figura 14: Comparación de los parámetros fisicoquímicos con los LMP

En la figura 14, nos indica que para el segundo monitoreo DQO tuvo una elevada concentración en el afluyente, notándose así una reducción en el efluente.

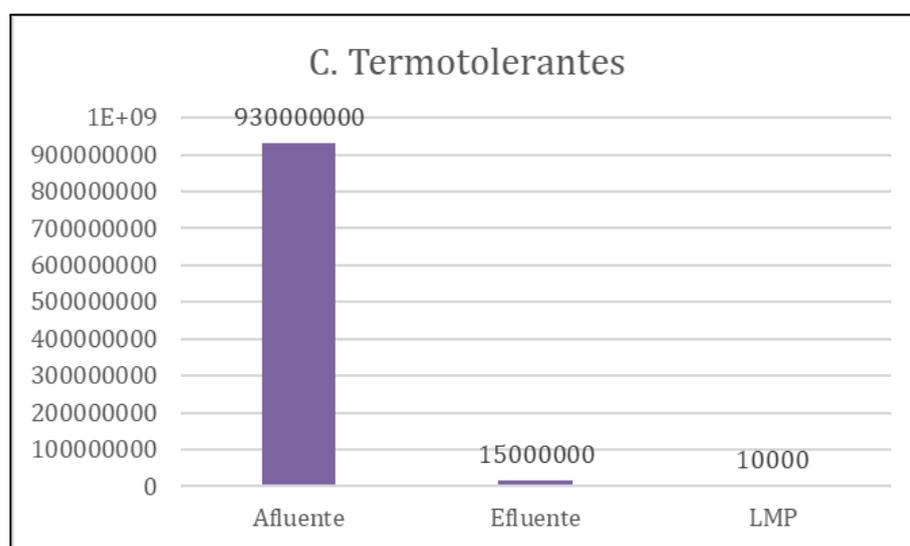


Figura 15: Comparación del parámetro microbiológicos con los LMP

En la figura 15, nos indica una notable reducción en el efluente comparado con la afluyente concentración en el efluente, sin embargo, estos datos sobrepasan de forma relevante los LMP. En el estudio se demuestra que los parámetros como DBO 604.8 mg/l, DQO 1352 mg/l y Coliformes termotolerantes 1.1×10^6 NMP/100ml poseen una elevada

concentración tanto en el afluente como en el efluente en ambos monitoreos, así como la investigación de (Rodríguez et al., 2017) donde C. Termotolerantes excedían los LMP siendo inapropiado para su vertimiento. En el estudio de Mota (2018) presentó resultados similares en C. Termotolerantes ya que tuvieron como resultado 13000000 y 24000000, definiendo al sistema en mal estado, sin embargo, en el estudio de (Campos & Castillo, 2021) no se asemeja ya que presentaron concentraciones en DBO de 15 mg/l, que evidentemente se encuentran aptas para su vertimiento.

4.3. DETERMINAR EL PORCENTAJE DE EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE JULI EN LA DISMINUCIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

a) Eficiencia de la laguna de oxidación

En la tabla 9 se indica la eficiencia de la laguna de oxidación, donde se observa que para aceites y grasas en el primer muestreo que posee una eficiencia de 3.75% y para el segundo muestreo presenta una eficiencia de 21.63%, para Coliformes termotolerantes en el primer muestreo tuvo una eficiencia de 95.40% y el segundo muestreo con 98.38%, en el caso de DBO no presenta eficiencia en su primer muestreo y en el segundo muestreo obtuvo un 9.85% de eficiencia, para DQO presentó una eficiencia de 51.52% solo en el segundo muestreo, en Sólidos totales en suspensión tuvo una eficiencia de 42.78% en el primer monitoreo y 31.72% para el segundo monitoreo. Sin embargo, a pesar de la alta eficiencia que presenta Coliformes termotolerantes los resultados de la concentración es excesivo en comparación a los Límites máximos permisibles para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales.

Tabla 09: Eficiencia de los parámetros analizados

PARÁMETRO	UNIDAD	EFICIENCIA%	EFICIENCIA%
Aceites y grasas	ml/L	3.75	21.63
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	95.40	98.38
DBO	mg/L	-	9.85
DQO	mg/L	-	51.52
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	42.78	31.72

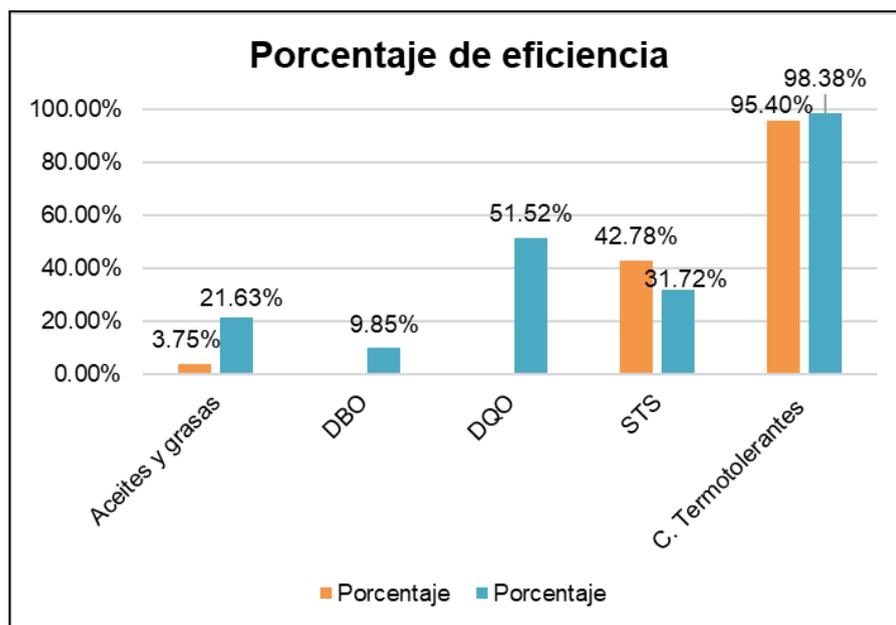


Figura 16: Eficiencia de la laguna de oxidación

La figura 16, indica para el primer monitoreo en DBO5 y DQO, no presentaron eficiencia ya que los datos fueron muy elevados. El estudio presentó datos de eficiencia de 21.63% en aceites y grasas, 98.38% en C. Termotolerantes, 9.85% en DBO, 51.52% en DQO,

31.72% en Sólidos totales en suspensión, dichos resultados se asemejan a la investigación de (Tapia, 2022) donde presentó eficiencias de 71.42% y 42.86% sin embargo, a pesar del elevado porcentaje, dichos datos no se encuentran por debajo de los LMP. Sin embargo, el estudio de (Apaza, 2021) demostró una eficiencia en aceites de grasas de 94.4%, DQO de 34.32%, DBO de 34.71% y SST de 34.02% evidenciando la eficiencia y más aún en coliformes termotolerantes y aceites y grasas.

5. Contrastación de Hipótesis

Tabla 10: Análisis estadístico

		Prueba de muestras emparejadas					t	gl	Sig.
		Diferencias emparejadas							(bilateral)
		Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Aceites Inicial - Aceites Final	3,05000	3,18198	2,25000	- 25,53896	31,63896	1,356	1	,405
Par 2	Termotolerantes_inicial - Termotolerantes_final	468950000,0	630809959,49652	446050000,00000	- 5198652622,57072	6136552622,57072	1,051	1	,484
Par 3	DBO_inicial - DBO final	25,35000	44,75986	31,65000	- 376,80138	427,50138	,801	1	,570
Par 4	DQO inicial - DQO final	-316,50000	164,75588	116,50000	- 1796,77285	1163,77285	-2,717	1	,225
Par 5	pH inicial - pH final	,11000	,01414	,01000	-,01706	,23706	11,000	1	,058
Par 6	STS inicial - STS final	175,75000	44,90128	31,75000	- 227,67200	579,17200	5,535	1	,114
Par 7	Temperatura Inicial - Temperatura Final	,05000	,21213	,15000	- 1,85593	1,95593	,333	1	,795

Nivel de significación = 5% = 0,05

- Modelos estadísticos: T-Student

- P-valor $> \alpha$, rechazamos H1 (se acepta H₀)

- P-valor $\leq \alpha$, rechazamos H₀ (se acepta H1)

H1: El tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación es eficiente en el distrito de Juli - 2023.

H0: El tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación es ineficiente en el distrito de Juli - 2023.

Aplicando la prueba de T Student de muestras relacionadas se ha obtenido P-valor para aceites y grasas, coliformes Termotolerantes, pH, DBO5, DQO y STS mayor esto comparado que el valor α 0.05. De las cuales aceptamos la hipótesis nula H0: El tratamiento de las aguas residuales de la laguna de oxidación es ineficiente en el distrito de Juli - 2023.

CONCLUSIONES

PRIMERA. En la evaluación de la eficiencia de la laguna de oxidación en el tratamiento de aguas residuales en el distrito de Juli, indica que en el primer monitoreo presentó una eficiencia general de 42.62% y en el segundo monitoreo tuvo una eficiencia de 28.386%. lo cual demuestra un porcentaje bajo de eficiencia.

SEGUNDA. Para la determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el afluente de la laguna de oxidación, se apreció la presencia de elevadas concentraciones en el ingreso a las laguna, en parámetros como DBO5, DQO, C. termotolerantes y SST, además se observó que no se realizan limpieza en las lagunas; presentando malezas al ingreso del afluente. Además, se identificó que no existe presencia de un cerco perimétrico, siendo así que el mantenimiento y operatividad es deficiente, demostrando un riesgo elevado.

TERCERA. En la comparación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los LMP para plantas de tratamiento de aguas residuales en el efluente de la laguna de oxidación, se indica que DBO5, DQO, aceites y grasas, SST y Coliformes termotolerantes sobrepasaron los Límites Máximos Permisibles, a pesar de presentar disminución en el efluente.

CUARTA. El porcentaje de eficiencia de la laguna de oxidación en la disminución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, indica que aceites y grasas posee una eficiencia de 21.63%, Coliformes termotolerantes 98.38%, DBO5 9.85%, DQO 51.52% y sólidos totales en suspensión 31.72%.

RECOMENDACIONES

PRIMERA. A la población disminuir la carga contaminante de sus aguas residuales, todo esto a través de medidas para la separación de aceites y grasas, además de concientización a la población para optimizar el uso del agua.

SEGUNDO. Realizar mantenimiento, en retirar las malezas existentes en las lagunas, así como también instalar un cerco perímetro para evitar el acceso de personas no autorizadas.

TERCERA. A la municipalidad, plantear un nuevo sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Juli, ya que según las pruebas fisicoquímicos y microbiológicas muestran deficiencia en el tratamiento es por eso que se debe considerar medidas correctivas, pues la eficiencia de remoción de las lagunas existentes no cumple con lo establecido en los Límites Máximos Permisibles para plantas de tratamiento de aguas residuales.

CUARTA. Realizar el mantenimiento periódico para conservar condiciones de limpieza, pues a simple vista el descuido lo convierte en un foco de proliferación de olores desagradables y vectores de enfermedades que perjudican a los pobladores.

BIBLIOGRAFÍA

- Achag, B., Mouhanni, H., & Bendou, A. (2021). Improving the performance of waste stabilization ponds in an arid climate. *Journal of Water and Climate Change*, 12(8), 3634-3647. <https://doi.org/10.2166/wcc.2021.218>
- Bustamante, A. (2017). *Eficiencia de las lagunas de estabilización en la mejora de la calidad del agua residual para uso agrícola, de la industria azucarera*. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/32284/bustamante_t a.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Campos, M., & Castillo, E. (2021). *Evaluación del agua tratada por la laguna de oxidación para su reutilización en el riego de sembríos, en el distrito de Chulucanas – Piura 2021*.
- Campoverde, O. (2019). *Tratamiento de aguas residuales de una empresa industrial de congelados*.
- Castellanos, J. (2020). *Optimización del sistema de tratamiento de aguas residuales por las lagunas de oxidación/estabilización del sector Mukuraya, provincia de Moho, región Puno*.
- Chozo, J. (2021). *Evaluación de la eficiencia de tratamiento de la laguna de estabilización de la ciudad de Salas provincia y departamento de Lambayeque 2019*. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4504/1/TL_ChozoCoronadoJuan.pdf
- CONAGUA. (2015). *Diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales municipales: Lagunas de estabilización*.
- Darivan, M., & Huamani, C. (2020). *Optimización hidráulica de la planta de tratamiento de aguas residuales aprovechando la pendiente pronunciada del terreno en Vitor – Arequipa – Arequipa*. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/652543/Daviran_PM.pdf?sequence=3&isAllowed=y
- Fragoso, P., Rubiano, L., & Kerguelen, J. (2021). Análisis de variables físico-químicas en

- el proceso de remoción de coliformes en el sistema de lagunas de oxidación, Salguero, Valledupar (Colombia). *Información tecnológica*, 32(1), 113-122.
<https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100113>
- FRANCHI. (2023). *Sistemas de tratamiento de Efluentes*.
<https://franchiasoc.com.ar/ecoblogger/sistemas-de-tratamiento-de-efluentes/>
- Garaycochea, A. (2020). *Remoción de la Demanda de Oxígeno del Agua Residual del procesamiento del café mediante bioadsorbentes derivados de residuos agrícolas*.
- García, Z. (2022). *Efecto del tratamiento contingente de coliformes termotolerantes en efluente de PTAR del Centro Poblado Huamanmarca—Huayucachi, Huancayo 2021*.
https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10805/1/IV_FIN_107_TE_Garcia_Remigio_2022.pdf
- Guillen, J., & Páliz, L. (2021). *Evaluación y propuesta de mejoramiento del Sistema de Tratamiento de aguas residuales mediante lagunas de oxidación del Cantón Echeandía, ubicado en la provincia de Bolívar*.
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/57100/1/BMAT-S%20110-2021-Ing.%20CIVIL%20-%20GUILLEN%20MONTERO%20JOSSELYN%20ELIZABETH%20-%20P%c3%81LIZ%20URBINA%20LEIDY%20DIANA.pdf>
- Llontop, E. (2018). *Influencia de los niveles de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de las aguas residuales crudas con la cantidad de energía eléctrica utilizando celdas de combustible microbiana*.
- López, S. (2021). *Análisis de los parámetros fisicoquímicos de las aguas residuales domésticas, generadas en la subestación eléctrica de Cerromatoso localizada en el municipio de Nontelíbano*.
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/bitstream/handle/ucordoba/4562/lopezbrango-sol-paterninauriberberth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medrano, M., Mamani, A., & Díaz, R. (2020). *Operatividad de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas circunlacustres al lago Titicaca-Sector Perú y el*

marco legal en defensa de los ecosistemas.

- Moreno, C. (2023). *Evaluación y eficiencia de la calidad del agua de las lagunas de estabilización “Las Gaviotas” – Nuevo Chimbote (Áncash – Perú).*
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4246/52724.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- MVCS. (2014). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales* (p. 7).
- OEFA. (2015). *Fiscalización Ambiental en Aguas Residuales.*
- Olmedo, C. (2019). *Diseño de la planta de Tratamiento de aguas residuales para el Sistema de Alcantarillado del Anexo de Asca—Pucara.*
- Orellana, J. (2022). *Tratamiento de aguas.*
- Paredes, F. (2021). *Operación e impacto ambiental de la laguna de oxidación en el distrito de Chilca-2017.*
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5422/TESIS%20M ONCADA%20CUEVA%2C%20PAUL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pérez, A. (2022). *Aguas residuales municipales y su reutilización para riego agrícola en Chile.*
- Ramos, J. (2021). *Relación de los parámetros fisicoquímicos con la estructura de la comunidad fitoplanctónica de las aguas superficiales del desembarcadero pesquero del Puerto de Ilo, región Moquegua, 2021.*
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11099/1/IV_FIN_107 _TE_Ramos_Tejeda_2021.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11099/1/IV_FIN_107_TE_Ramos_Tejeda_2021.pdf)
- Rodríguez, J., García, C., & Zafra, C. (2016). *Residuos hospitalarios: Indicadores de tasas de generación en Bogotá, D.C. 2012-2015.*
<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/revfacmed/article/view/54770>
- Satalaya, V. (2015). *Evaluación de la eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas en las lagunas de estabilización de la ciudad de Uchiza.*
- Solorzano, E. (2021). *Diagnóstico de la operación y mantenimiento y evaluación de*

impactos ambientales de las lagunas de oxidación de la ciudad Palestina, Provincia del Guayas.

Tapia, C. (2022). *Calidad de agua residual en la laguna de estabilización Espinar-Puno 2021.*

http://repositorio.upsc.edu.pe/bitstream/handle/UPSC%20S.A.C./251/Carlos_Hugo_Zenon_TAPIA_HUACOTO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tirado, Z. (2022). *Porcentaje de remoción d eindicadores patógenos en lagunas facultativas aireadas en función al tiempo de Retención Hidráulica en la planta de tratamiento de aguas residuales.*

Trevi. (2020). *Rejillas y tamices.*

<https://www.trevi-env.com/es/agua/agua-overzicht/137-agua-technikfiches/448-rejillas-y-tamices>

Valdivielso, A. (2020, septiembre 11). *Aguas pluviales* [Text]. iAgua; iAgua.

<https://www.iagua.es/respuestas/que-son-aguas-pluviales>

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia: EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI, 2023

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIÓN	INDICADOR	ÍNDICE
<p>GENERAL: ¿Cuál es la eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales?</p>	<p>GENERAL: Evaluar la eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales del distrito de Juli - 2023.</p>	<p>GENERAL: El tratamiento de las aguas residuales de las lagunas de oxidación es eficiente, Juli - 2023</p>	<p>V.I Eficiencia de las lagunas de oxidación</p>	<p>Remoción de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</p>	<p>Físicos</p> <p>Químicos</p> <p>Microbiológicos</p>	<p>%</p> <p>%</p> <p>%</p>
<p>ESPECÍFICOS: ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisico-químico y microbiológicos en el afluente de las lagunas de oxidación del distrito de Juli - 2023?</p> <p>¿Cuál es la concentración de los parámetros fisico-químicos y microbiológicos en el afluente de las aguas residuales en comparación a los LMP?</p> <p>¿Cuánto es el porcentaje de eficiencia de la laguna de oxidación del distrito de Juli en la disminución de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas residuales?</p>	<p>ESPECÍFICO: Analizar los parámetros fisico-químico y microbiológicos en el afluente de las lagunas de oxidación para el tratamiento de aguas residuales, Juli - 2023</p> <p>Comparar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con los LMP para plantas de tratamiento de aguas residuales en el afluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli</p> <p>Determinar el porcentaje de eficiencia de la laguna de oxidación en la disminución de los parámetros fisico-químicos y microbiológicos de las aguas residuales del distrito de Juli.</p>	<p>ESPECÍFICO: La concentración de los parámetros fisico-químicos y microbiológicos en el afluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli es alta. Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del efluente de la laguna de oxidación del distrito de Juli, superan los LMP para aguas residuales. El porcentaje de eficiencia en el tratamiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación es superior al 50%</p>	<p>V.D. Aguas Residuales</p>	<p>Parámetros fisico-químicos</p>	<p>Aceites y grasas</p> <p>DBO5</p> <p>DQO</p> <p>pH</p> <p>Sólidos totales en suspensión</p> <p>Coliformes Termotolerantes</p>	<p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>mg/L</p> <p>unidad</p> <p>mg/L</p> <p>NMP/100mL</p>

Anexo 02: Panel fotográfico



Figura 17: Diagnóstico de la zona de estudio



Figura 18: Recolección de muestras en la primera fecha de monitoreo



Figura 19: Análisis en laboratorio del primer muestreo



Figura 20: Recolección de muestras en la segunda fecha de monitoreo



Figura 21: Conservación de muestras



Figura 22: Análisis en laboratorio del segundo muestreo



Figura 23: Análisis en laboratorio del segundo muestreo

Anexo 03: Resultado del afluente y efluente del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del primer muestreo.



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LQ - 03223A

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE: Yaquelin Davila Hancoo

PROYECTO : EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI - 2023

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua residual

Numero de muestras : 02

Muestreado por : El cliente

Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Dist. /Prov. / Depart.	Ubicación	Fecha y hora de muestreo
P - 1	Juli/Chucuito/Puno	E: 451523.855 N: 8209117.829	01/08/2023 13:46
P - 2	Juli/Chucuito/Puno	E: 451485.515 N: 8209000.974	01/08/2023 13:58

DATOS DEL RESULTADO

N°	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	P - 1	P - 2
1	Temperatura en laboratorio	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo	8.5	8.6
2	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	7.79	7.69
3	Solidos totales en suspensión	mg/l	SM 2540 D solidos totales en suspensión secados a 103 - 105 °C	485.0	277.50
4	Accites y grasas	mg/l	Método Soxhlet	21.3	20.5
5	Demanda química de oxígeno	mg/l	SM 5220 C Reflujo cerrado, método titulometrico	1152	1352
6	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	SM 5210 B Prueba de DBO de 5 días	598.5	604.8
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	2,4 * 10 ⁷	1,1 * 10 ⁶

Observación: Las muestras se analizaron tal como se recibió.

Fecha de emisión
2023-07-19



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karlyn Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Jr. Deístua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno - San Román - Juliaca
www.laquameq.com - Cel. 920869679 - 979265920

Anexo 04: Resultado del afluente y efluente del análisis de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del segundo muestreo



LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO AMBIENTAL

INFORME DE RESULTADOS N°: LQ – 04023A

DATOS DEL SERVICIO

SOLICITANTE: Yaquelin Davila Hanceco

PROYECTO : EFICIENCIA DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DEL DISTRITO DE JULI - 2023

DATOS DEL ENSAYO

Producto : Agua residual
Numero de muestras : 02
Periodo de ensayo : 15 – 21/08/2023
Muestreado por : El cliente

Ubicación, fecha y hora de muestreo:

Código	Dist. /Prov./ Depart.	Ubicación	Fecha y hora de muestreo
P – 1	Juli/Chucuito/Puno	E: 451523.855 N: 8209117.829	15/08/2023 11:30
P – 2	Juli/Chucuito/Puno	E: 451523.855 N: 8209000.974	15/08/2023 12:05

DATOS DEL RESULTADO

N°	PARAMETRO	UNIDAD	MÉTODO	P – 1	P – 2
1	Temperatura en laboratorio	°C	SM - 2550 B método de laboratorio de campo	12.7	12.5
2	Potencial de hidrogeno	Unidades de pH	SM 4500 - H	7.54	7.42
3	Solidos totales en suspensión	mg/l	SM 2540 D solidos totales en suspensión secados a 103 – 105 °C	454.0	310.00
4	Aceites y grasas	mg/l	Método Soxhlet	24.5	19.2
5	Demanda química de oxígeno	mg/l	SM 5220 C Reflujo cerrado, método titulometrico	1056	512
6	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	SM 5210 B Prueba de DBO de 5 días	203.55	183.50
7	Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	SM 9221 B Técnicas estandarizadas de fermentación	9.3×10^8	1.5×10^7

Observación: Las muestras se analizaron tal como se recibió.

Fecha de emisión
2023-08-23

LAQUAMEQ E.I.R.L.
LABORATORIO Y EQUIPOS
Ing. Karla Kelly Quispe Quispe
CIP. 194084
GERENTE

Jr. Deústua N° 522 Barrio 28 de Julio. Puno – San Román – Juliaca
www.laquameq.com – Cel. 920869679 - 979265920