

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS TRATADAS  
MEDIANTE LAGUNA DE OXIDACIÓN Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO  
EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO HATUN MAYO, LOCALIDAD DE  
POROY – CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. JIMMY JOEL FARFAN QUISPE

**PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE BIÓLOGO**

**ASESOR:**

Dra. ISABEL RODRIGUEZ SANCHEZ

**CUSCO – PERÚ**

**2024**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: Evaluación de aguas residuales domésticas tratadas mediante laguna de oxidación y efectos del vertimiento en la calidad del agua del río Hatan Mayo, localidad de Poroy - Cusco

presentado por: Jimmy Joel Farián Aluspe con DNI Nro.: 46603682 presentado por: ..... con DNI Nro.: ..... para optar el título profesional/grado académico de Biólogo

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 8%.

## Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	<input checked="" type="checkbox"/>
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	<input type="checkbox"/>
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	<input type="checkbox"/>

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** la primera página del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 22 de Marzo de 2020



Firma

Post firma Dr. Isabel Rodríguez Sánchez

Nro. de DNI 23963444

ORCID del Asesor 0000-0002-1266-6382

## Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259:441671999

# JIMMY FARFAN

## EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRATADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS ...

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:441671999

Fecha de entrega

22 mar 2025, 8:19 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

22 mar 2025, 8:23 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRATADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDA....pdf

Tamaño de archivo

4.7 MB

89 Páginas

15.155 Palabras

84.623 Caracteres

# 8% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

## Filtered from the Report

- ▶ Bibliography
- ▶ Quoted Text
- ▶ Cited Text
- ▶ Small Matches (less than 15 words)

---

## Top Sources

- 7%  Internet sources
- 1%  Publications
- 3%  Submitted works (Student Papers)

---

## Integrity Flags

### 1 Integrity Flag for Review

-  **Replaced Characters**  
32 suspect characters on 11 pages  
Letters are swapped with similar characters from another alphabet.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

## **DEDICATORIA**

A dios, por la bendición de contar con vida para seguir cumplimiento mis metas

A mis padres y pareja, por ser mi inspiración y motivo de ser gran profesional.

A mis familiares, quienes, con su amor, vienen acompañándome en cada paso de mi vida.

A mis amigos, por siempre alentarme a seguir adelante.

Br. Jimmy Joel Farfán Quispe

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora Isabel Rodríguez, por su apoyo en cada etapa de ejecución de la presente investigación, con sus recomendaciones es posible este logro.

A mis padres, quienes con su amor infinito forjan a un ser humano de bien, para servir a la sociedad.

A mis familiares y pareja por su apoyo incondicional, comprensión y consejos.

.

Bach. Jimmy Joel Farfán Quispe

## INDICE

<b>RESUMEN.....</b>	<b>I</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>II</b>
<b>PROBLEMA.....</b>	<b>III</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>IV</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>V</b>
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PRINCIPIOS TEÓRICOS .....	5
1.2.1 Aguas residuales .....	5
1.2.2 Tratamiento de aguas residuales .....	9
1.2.3 Calidad del agua de fuentes superficiales.....	10
1.2.4 Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3.....	11
1.3 MARCO CONCEPTUAL.....	12
1.4 MARCO LEGAL .....	13
<b>CAPÍTULO II: AREA DE ESTUDIO</b>	
2.1 UBICACIÓN.....	14
2.2 ACCESIBILIDAD .....	16
2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO .....	16
2.3.1 Geología.....	16
2.3.2 Geomorfología.....	16
2.3.3 Hidrografía.....	16
2.3.4 Clima.....	19
2.3.5 Población del Distrito de Poroy .....	21
<b>CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS</b>	
3.1 MATERIALES.....	22
3.2 METODOS .....	23
3.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA LOCALIDAD DE POROY .....	23
3.2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO HATUN MAYO, ANTES Y DESPUÉS DEL PUNTO DE VERTIMIENTO .....	27
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION</b>	
4.1 CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA LOCALIDAD DE POROY .....	32
4.2 CALIDAD DE AGUA DEL RÍO HATUN MAYO ANTES Y DESPUÉS DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	38

DISCUSIONES.....45  
CONCLUSIONES .....48  
RECOMENDACIONES .....49  
BIBLIOGRAFIA.....50

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites máximos permisibles de efluentes para vertido a cuerpos de agua.....	10
Tabla 2 Estándares de calidad ambiental para aguas de río. ....	12
Tabla 3 Límites del distrito de Poroy.....	14
Tabla 4 Temperatura y precipitación de la estación meteorológica de anta (2017-2022).....	19
Tabla 5 población del distrito Poroy según el censo 2017 – INEI.....	21
Tabla 6 viviendas del distrito Poroy con acceso a servicios básico censo 2017 - INEI .....	21
Tabla 7 puntos de muestreo de agua residual de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy.....	24
Tabla 8 parámetros y métodos para los análisis fisicoquímicos de las aguas residuales.....	25
Tabla 9 puntos de muestreo de agua residual de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy.....	25
Tabla 10 parámetros y métodos para el análisis bacteriológico de aguas residual.....	26
Tabla 11 puntos de muestreo de agua del río Hatun mayo.....	27
Tabla 12 parámetros y métodos para el análisis fisicoquímico del agua del río Hatun mayo..	29
Tabla 13 puntos de muestreo de agua del río Hatun mayo.....	30
Tabla 14 parámetro y métodos para el análisis del agua de río .....	31
Tabla 15 caudal promedio de las aguas residuales en el afluente y efluente (m <sup>3</sup> /s).....	32
Tabla 16 análisis fisicoquímico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - afluentes .....	33
Tabla 17 análisis bacteriológico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy -afluentes.....	34
Tabla 18 análisis fisicoquímico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - efluentes .....	35
Tabla 19 análisis bacteriológico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy. efluentes.....	36
Tabla 20 análisis fisicoquímico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - vertimiento. ....	37
Tabla 21 análisis bacteriológico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - vertimiento. ....	38
Tabla 22 análisis fisicoquímico del agua de río Hatun mayo antes del punto de vertimiento de aguas residuales.....	39
Tabla 23 análisis bacteriológico del agua de río Hatun mayo antes del punto de vertimiento	

de aguas residuales .....	41
Tabla 24 análisis fisicoquímico del agua de río Hatun mayo después del punto de vertimiento de aguas residuales .....	42
Tabla 25 análisis bacteriológico del agua de río Hatun mayo después del punto de vertimiento de aguas residuales .....	44

### INDICE DE FIGURAS

Figura 1 metales diagrama de la composición de las aguas residuales .....	7
Figura 2 mapa del distrito Poroy .....	15
Figura 3 mapa de unidades hidrográficas .....	16
Figura 4 Climatodiagrama de la precipitación y temperatura del área en estudios.....	20
Figura 5 mapa de ubicación de puntos de muestreo en el río Hatun mayo antes y después del vertimiento .....	28
Figura 6 caudal las aguas residuales en el afluente y efluente (m <sup>3</sup> /s) .....	32
Figura 7 análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el afluente 01 y 02 .....	33
Figura 8 análisis bacteriológico de las aguas residuales en el afluente 01 y 02 .....	34
Figura 9 análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el efluente 01 y 02 .....	35
Figura 10 análisis bacteriológico de las aguas residuales en los efluentes.....	36
Figura 11 análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el punto de vertimiento.....	37
Figura 12 análisis bacteriológico de las aguas residuales en el punto de vertimiento.....	38
Figura 13 análisis fisicoquímico del agua de río Hatun mayo antes del punto de vertimiento..	40
Figura 14 análisis bacteriológico de las aguas del río Hatun mayo 50 metros antes del punto de vertimiento de aguas residuales.....	41
Figura 15 análisis fisicoquímico de las aguas del río Hatun mayo 50 metros después del punto de vertimiento de aguas residuales.....	43
Figura 16 análisis bacteriológico de las aguas del río Hatun mayo 50 metros después del punto de vertimiento de aguas residuales.....	44

## RESUMEN

El presente estudio referente a la evaluación de aguas residuales domésticas tratadas mediante laguna de oxidación y efectos del vertimiento en la calidad de agua del río Hatun Mayo, localidad de Poroy, región y provincia Cusco, se desarrolló en los meses de marzo a setiembre del año 2022. Con la finalidad de conocer las características de las aguas residuales de las lagunas de oxidación en el afluente, efluente y vertimiento y evaluar la calidad del agua. Se utilizó la metodología estandarizada de laboratorio mediante el análisis de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos comparando los valores de LMP(D.S. N° 003-2010-MINAM) y ECA para agua de río categoría 3 (D.S. N° 004-2017 MINAM).

De acuerdo con el análisis realizado, se concluye que los valores de DBO Y DQO Y coliformes termo tolerantes superan los LMP de acuerdo a la normativa (D.S. N° 003- 2010-MINAM) demostrando que el funcionamiento de las lagunas de oxidación es deficiente. Por lo cual el agua del río Hatun Mayo superan los estándares de calidad ambiental-ECA para aguas categoría 3 según la normativa (D.S. N° 004-2017 MINAM).

**Palabras clave:** aguas residuales, efectos del vertimiento, lagunas de oxidación, características fisicoquímicas y bacteriológicas

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la calidad del agua en las fuentes naturales se ha deteriorado debido a los impactos ambientales causados por la acción humana. Uno de los primordiales motivos es la descarga de aguas servidas o residuales sin tratamiento hacia el mar, ríos y lagos, estas aguas servidas están compuestas por sólidos disueltos, suspendidos o coloidales, las cuales al ser vertidas a los cuerpos de agua natural originan una grave contaminación y alteración de las propiedades o características del recurso hídrico (Comisión Nacional de Derechos, 2018).

En vista de esta problemática, surge la necesidad de evaluar de manera objetiva y técnica las consecuencias del vertimiento de aguas residuales domésticas tratadas en la calidad de agua de las fuentes naturales de este recurso, de manera que se pueda integrar tecnologías o estrategias que permitan una reducción de la contaminación y lograr un desarrollo sostenible.

En el Perú se producen al día unos 2.217.946 metros cúbicos de aguas residuales, de los cuales se trata el 32%; El 69,65% de la ciudadanía tiene acceso a servicios de saneamiento y la población desprotegida descarga aguas servidas muchas veces sin tratar directamente al mar, río o lago (OEFA, 2016). Esta situación ha propiciado un mayor deterioro ambiental de las fuentes naturales de agua, cuya causa principal es el vertimiento de aguas residuales domésticas, al año 2015, la calidad de agua de 41 cuencas hidrográficas había sido afectada por dicho motivo, generando perjuicios a la población (MINAM, 2015).

La municipalidad distrital de Poroy actualmente cuenta con una planta de tratamiento en la modalidad laguna de oxidación, que viene operando desde hace varios años. El efluente es descargado en el río Hatun Mayo, cuyas aguas son utilizadas para riego y bebida de animales. Por tal motivo se propuso el presente estudio referido a la evaluación

de las aguas residuales domésticas tratadas mediante lagunas de oxidación y los efectos del vertimiento en la calidad de agua del río Hatun Mayo de la localidad de Poroy, provincia y región Cusco, de esta manera contribuir con información para incluir en los planes de conservación del recurso hídrico y salud pública.

## PROBLEMA

La localidad de Poroy, capital de distrito Poroy de la provincia del Cusco en los últimos 10 años muestra una tendencia creciente de la población, a su vez desarrollo de las diferentes actividades comerciales lo que genera mayor cantidad de aguas residuales. La municipalidad distrital de Poroy es la encargada del manejo y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales cuya modalidad son lagunas de oxidación donde el efluente es vertido directamente al río Hatun Mayo descociéndose las características de las aguas residuales domésticas lo cual podría estar afectando en la calidad del agua del río.

Frente a este contexto, la evaluación de los cuerpos de agua residual tratadas se orientó a conocer el estado de la disposición de aguas residuales en la calidad del recurso hídrico del río Hatun Mayo, mediante análisis de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos comparado con los ECAs y LMP los cuales permitieron proporcionar información sobre la situación actual de la calidad de agua del río Hatun Mayo; de manera que se pueda plantear un proceso de prevención y corrección de los efectos adversos y así como de control, seguimiento y evaluación constante del impacto que se esté generando.

Por lo tanto, se formula las siguientes interrogantes:

### **Interrogante general:**

¿El vertimiento de aguas residuales domesticas tratadas mediante lagunas de oxidación afectará la calidad del agua del río Hatun Mayo de la localidad de Poroy?

### **Interrogantes específicos:**

1. ¿Cuáles serán las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales domésticas tratadas en las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy, en el afluente, efluente y vertimiento?
2. ¿Cuál será la calidad de agua del río Hatun Mayo antes y después del punto de vertimiento?

## JUSTIFICACIÓN

La localidad de Poroy se encuentra en uno de los ingresos principales a la ciudad del Cusco, ubicado en uno de los polos de mayor desarrollo de actividad comercial así mismo de asociaciones de pro viviendas. Además, la zona rural dedicada a la agricultura y ganadería por ello la calidad de agua es indispensable, particularmente las aguas residuales.

Es por ello que en el presente estudio tuvo como objetivo el conocer las características de las aguas residuales de las lagunas de oxidación en el afluente, efluente y vertimiento, y evaluar la calidad de agua del río Hatun Mayo antes y después del punto de vertimiento. Para lo cual se requirió aplicar la metodología estandarizada de laboratorio, siendo esta una metodología convencional, rápida y accesible

Los datos obtenidos ayudaron a desarrollar diferentes estrategias que propongan una solución a la problemática respecto al inadecuado funcionamiento de las lagunas de oxidación los cuales podrían ser incluidos en proyectos o expedientes técnicos para la mejora y ampliación de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy, con el fin de cuidar el recurso hídrico en este caso el receptor que vendría a ser el río Hatun Mayo, el cual contribuirá a la mejora de la salud pública y conservación de medio ambiente.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo general**

Evaluar las aguas residuales domesticas tratadas mediante lagunas de oxidación yefecto del vertimiento en la calidad de agua del río Hatun Mayo, localidad de Poroy, Cusco.

### **Objetivos específicos**

1. Determinar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales domésticas tratadas en las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy, en el afluente, efluente y vertimiento.
2. Evaluar la calidad de agua del río Hatun Mayo antes y después del punto de vertimiento.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 ANTECEDENTES

**Infante Zambrano, & Tacilla Culqui. (2019).** Evaluaron el efecto del vertido de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas sobre la calidad del agua del río Cajamarquino, distrito de Llacanora, provincia de Cajamarca 2017, establecidos en dos temporadas (seca y lluvioso), en el que consideraron tres puntos de muestreo aguas arriba, vertimiento y aguas abajo. Los parámetros a medir fueron las características físicoquímicas y microbiológicas a su vez comparados con los ECAs para agua categoría 3 y LMP para los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. Como resultados obtuvieron; alta concentración de aceite y grasa (79 mg/L, 11 mg/L) en comparación con los LMP y ECAs para agua en las dos temporadas. Del mismo modo, para coliformes termo tolerantes con una concentración de 530 000 nm/100 ml y 348 000 nm/100 ml; 530Nm/100ml y 5 398 000 nm/100 ml en comparación con los LMP y ECAs para agua.

**Vargas et al., (2020)** realizaron una revisión bibliográfica mediante el cual examinaron y analizaron los diferentes sistemas de tratamiento de aguas residuales empleados en Colombia. Con la finalidad de identificar evolución de las tecnologías y alternativas mediante procesos de remoción, costos y factibilidad operativa. Según los análisis mostraron que los métodos de tratamiento más utilizados y con mejor resultado son por microorganismos activados, lagunas de oxidación y humedales artificiales, logrando en su gran parte de estos tratamientos biológicos una remoción de DBO5 del 80%, cuando se usan juntos, logran un índice de eficiencia superior al 90%, lo que destaca la viabilidad económica de los procesos biológicos, lo que se traduce en una mayor rentabilidad económica, funcional y operativa. Concluyendo que los sistemas que imitan procesos naturales como las balsas de sedimentación y los humedales artificiales, muestran los mejores rendimientos económicos, funcionales y operativos.

**Andrade Yucra, (2020).** En su estudio evaluó la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Macusani, región Puno durante los meses de octubre y noviembre del

2019. Considerando puntos de muestreo en el afluente y efluente de la PTAR mediante la metodología de medición in situ y ex - situ de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos dichos valores comparados con los LMP y ECA para agua. Según los resultados; Ph=7.56, Temperatura = 20.1 °C, SST = 44 mg/L, DBO5 = 100mg/L, DQO = 209 mg/L, aceites y grasas = 0.32 mg/L cuyos resultados se encontraron dentro de los LMP para efluentes de PTAR. Sin embargo, para Coliformes termo tolerantes fueron de 11000 NMP/100 mL excede los LMP. Así mismo los parámetros medidos en el río Macusani si cumplen con los ECA para agua categoría 3.

**Mamani Fernández, (2023)** evaluó la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri 2023, trabajo con tres puntos de muestreo en el que midió parámetros físicos, químicos y microbiológicos. Considero tres puntos de muestreo; antes del vertimiento, durante el vertimiento y después del vertimiento de las aguas residuales. Teniendo como resultados pH 6.06, aceites y grasas 74.70 mg/l, solidos suspendidos totales 1379.50mg/L, DQO 416.15 mg/L las cuales excedieron los LMP para efluentes del PTAR, mientras que el DBO5 fue de 0 mg/L, temperatura 16.5 °C, coliformes termotolerantes en 75 NMP/100 mL, cumplen con los LMP. Para los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos solidos suspendidos totales 1028.00 mg/L, DQO 1613.44mg/L, aceites y grasas fue de 18.43 mg/L excedieron el ECA para agua, categoría 3, respecto a los valores obtenidos para temperatura es 16.5°C, pH fue de 6.51, DBO5 es de

1.00 mg/L y coliformes termotolerantes 43 NMP/100 ml, cumplen con el ECA de agua.

Concluyendo que el efecto de vertimiento de aguas residuales de la PTAR es negativo ya que afecta la calidad de agua del río Ayaviri, considerándose como malo para el uso agrícola y la ganadería.

**Mamani Tacusi, & Quispe guillen. (2013)** Evaluó la descarga de aguas residuales en el río Vilcanota, tramo Sicuani – Ollantaytambo. Trabajo realizado en los meses noviembre del 2011 a junio del 2012 en época de estiaje y época de lluvia, con 18 estaciones de muestreo. Su finalidad fue evaluar la calidad del agua residual mediante análisis de parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente, y del cuerpo receptor del río Vilcanota. La metodología aplicada fue método estandarizado por los Standard Methods y la APHA. Según los resultados obtenidos para los parámetros

fisicoquímicos y bacteriológicos de caudal de efluente residuales para Sicuani, Huatanay y Ollantaytambo superan los LMP y no cumple con los ECAs para agua de río categoría 3. Concluyendo que el agua de río Vilcanota no son aptas para riego de vegetales ni para bebida de animales.

**Joachin Huaman, & Palomino Ríos. (2019)** Evaluaron la eficiencia de remoción de aguas residuales domesticas mediante humedales artificiales, en el distrito de Saylla región Cusco, durante el año 2019, para lo cual evaluaron el estado de conservación, operatividad y eficiencia del tanque séptico de la planta de tratamiento de aguas residuales. Además, realizaron diseño e instalación de humedal artificial fitorremediadora en el que evaluaron el crecimiento y desarrollo de la *Scirpus californicus* trasplantada, y análisis de parámetrosfisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas en el efluente del sistema del tanque séptico,humedal artificial y en el efluente del vertido. Los datos fueron comparados con los LMP y ECAs para agua. Según análisis de resultados se concluye que los valores se encuentrandentro de los LMP y los ECAs para agua de río y que se puede reusar para riego de plantasde tallo alto.

**Rodríguez et al., (2017)** evaluó la eficiencia de la laguna de oxidación utilizada en el tratamiento de las aguas residuales municipales - domesticas en la localidad de Huaró, provincia Quispicanchi - Cusco, mediante la evaluación de características y riesgo sanitario de la laguna de oxidación para lo cual realizo análisis físico-químico y bacteriológico de las aguas residuales en cuatro puntos; afluyente, efluente, vertimiento y agua del río Huaró. Aplico las metodologías estandarizadas de análisis de laboratorio propuesto por la OMS, MINSA-DIGESA Y MINAN, encontrándose valores por debajo de los LMP de efluentes vertidos al cuerpo de agua, para los aceites y grasas reportaron el valor de 25mg/L lo cualsupero los LMP, mientras que los valores de los análisis bacteriológicos NMP/100ml de coliformes termo tolerantes del afluyente, efluente y vertimiento superaron los LMP,Concluyendo como no aptas para el vertido al cuerpo receptor de agua natural, no utilizables para riego de vegetales.

**Achircama Mamani, & Mesta Castro, (2019)** Evaluaron la eficacia de un Reactoranaerobio de flujo ascendente en el proceso de tratamiento de Aguas Residuales domesticas municipales de la

localidad de Yauri - Espinar-Cusco. En el que determino la Tasa de Remoción en DBO<sub>5</sub>, DQO y SST. En los resultados se obtuvo que, con maximizar las variables en la estación experimental, hasta valores de 20°C de temperatura, 34 h de tiempo de residencia hidráulica y trabajando con la capa filtrante completamente llena hasta 4 m, es posible alcanzar rangos de 53 mg/l de DBO<sub>5</sub>, 56 mg/L de DQO y 53 mg/L de TDS, representando deleciones porcentuales del 83% en DBO<sub>5</sub>, 82% en DQO y 85% en TSS, llegando a rangos muy por debajo del límite máximo permitido.

**Alegre Palomino, (2017)** En su estudio evaluó la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales domesticas en la central hidroeléctrica Machupicchu Km 122. Mediante métodos estandarizados de análisis fisicoquímico, bacteriológico y colecta de macro invertebrados. El afluente registro un pH de 7.3, temperatura de 19.8 °C, DBO con 69.5mg/L y coliformes termotolerantes con 13x10<sup>3</sup> NMP/100 ml, el efluente registró un pH de 6.9, temperatura de 21.7 °C, DBO con 56.5 mg/l y coliformes termotolerantes con 16x10<sup>2</sup> NMP/100 ml. Con tiempos de retención hidráulica de 2.2 a 3.5 días, a una temperatura de 20.5 °C en el que se logró una eficiencia de remoción del 25.7% de DBO y una reducción de 0.1 a 0.2 ciclos logarítmicos de Coliformes termotolerantes con una remoción de 92.9% encontrándose dentro de los Límites Máximos Permisibles, y dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua correspondiente a la categoría 3 calificándose como calidad de agua buena.

**Cayllahua Caceres, (2022)** Realizo una evaluación de la PTAR Sicuani y su impacto en la calidad del agua del río Vilcanota, para lo cual evaluó el cumplimiento de las etapas básicas establecidas en la Norma técnica OS.090 del reglamento nacional de edificaciones, así mismo determino la calidad de agua del río Vilcanota mediante análisis de parámetros físico, químicos y microbiológicos en los efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas. Teniendo como resultados (90.49% a 98.53%) demanda bioquímica de oxígeno, (86.47% a 96.91%) Demanda Química de Oxígeno, (83.17% a 98.22%) aceites y grasas, (73.80% a 88.75%) solidos totales en suspensión y finalmente de un 99.9996% a 100 % para el parámetro microbiológicos de coliformes Termotolerantes. Concluyendo que el índice de calidad del agua del río Vilcanota es regular para uso agrícola.

## 1.2 PRINCIPIOS TEÓRICOS

### 1.2.1 Aguas residuales

Son fluidos producidos por las actividades humanas, caracterizados por la presencia de una pequeña porción de agua y un alto porcentaje de residuos contaminantes (López del Pino, & Martín Calderon, 2017).

Según la FAO “las aguas residuales son aquellas que no tienen valor inmediato para el fin para el que se utilizó ni para el propósito para el que se produjo debido a su calidad, cantidad o al momento en que se dispone de ella” (López del Pino, & Martín Calderon, 2017).

#### 1.2.1.1. Tipos de aguas residuales

Según su origen Los tipos son:

**Urbanas:** provenientes de actividades humanas que se desarrollan en el sector doméstico, principalmente los residuos domésticos son los residuos generados por las actividades dentro del hogar. (López del Pino, & Martín Calderon, 2017).

**Industriales:** Proviene de las actividades que se han implementado en industrias en la producción de bienes y enfriamiento. La composición del agua artificial se caracteriza por su alto contenido en contaminantes como bacterias patógenas, metales pesados, materiales orgánicos, etc. (López del Pino, & Martín Calderon, 2017).

**Mixtas:** Estas provienen de la zona urbana e industrias (altera la composición y características de las residuales urbanas). (López del Pino, & Martín Calderon, 2017).

**Pluviales:** Las aguas residuales pluviales son las aguas procedentes de la escorrentía de las precipitaciones caídas en la zona objeto de estudio por las distintas superficies: techos, calles, jardines, parques. (López del Pino, & Martín Calderon, 2017).

#### 1.2.1.2. Aguas residuales domésticas

“Se entiende como aquellas aguas procedentes de zonas de vivienda y de servicios generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas en cada zona” (Valverde

&Pérez, 2018). Estas son aquellas que provienen de los hogares, donde las aguas residuales no son tratadas antes de ser vertidas a los organismos receptores, lo que genera efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente (Mogens & Comeau,2017).

Aguas residuales de viviendas y áreas de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y aguas domésticas, que se vierten para consumo humano a través de canales de drenaje (Joyero, 2022). Las aguas residuales domésticas generalmente están casi libres de sustancias peligrosas, a pesar de las constantes preocupaciones sobre la presencia de los contaminantes, incluidos medicamentos básicos, los cuales a largo plazo generan efectos adversos en el medio ambiente (WWDR, 2017).

### ***1.2.1.3.Composición de aguas residuales domesticas***

Existe datos estadísticos frecuentemente citados en donde indica que estas aguas están compuestas alrededor de 99% de agua y en un 1% de sólidos suspendidos y solución (SINIA, 2020) a pesar que la constitución de las aguas residuales cambia, según otras fuentes y en un tiempo determinado, el agua es evidentemente su principal componente. Pese a las diferentes fuentes de aguas residuales, estas suelen presentar otros tipos de componentes en dimensiones variables, existe una probabilidad de que las aguas residuales municipales contengan altas cargas bacterianas. El objetivo principal de las plantas de tratamiento de aguas residuales es eliminar los patógenos con el objetivo de minimizar la carga bacteriana. Las aguas residuales proveniente de las actividades industriales, mineras y de la producción de los desechos sólidos (por ejemplo, lixiviados de los vertimientos de los rellenos sanitarios, también suelen contener compuestos orgánicos tóxicos como hidrocarburo, bifenil y policlorados (PCB), también compuestos contaminantes orgánicos persistentes (COP), compuestos contaminantes orgánicos volátiles (COV) y disolventes clorados. Cantidades muy pequeñas de ciertos compuestos orgánicos pueden contaminar grandes volúmenes de agua. (ONU-Agua, 2017)

- Aguas residuales
- H<sub>2</sub>O (99.9 por ciento)
- Sólidos (0.1%)

- Orgánicos (70 %)
- Proteínas
- Carbohidratos
- Grasas
- No orgánicos (30 %)
- Arenas
- Sales

**Figura 1**

*Metales Diagrama de la composición de las aguas residuales*



Fuente: Lara Garcia, 2010.

#### **1.2.1.4. Características de aguas residuales domésticas**

Se caracteriza por sus variaciones de unos lugares a otros, en general los componentes que determinan sus características peculiares son: sales disueltas, materia orgánica, nutrientes (N y P), partículas y sólidos en suspensión, microorganismos, así como metales, pesados, aceites, grasas y detergentes. Así está formada por un 99,9% de agua y un 0,1% de sólidos de los cuales el 70% son de origen orgánico. y el resto de materia inorgánica (Pradana, et al, 2018).

##### a. Físicoquímicas:

- pH: Es el parámetro que mide el grado de alcalinidad o acidez, mediante la cantidad

de iones de hidrogeno presente en el agua, los valores de pH oscilan en una escala de 1 y 14, siendo el  $\text{pH} = 7$  el neutro. Para aguas residuales domesticas el rango de pH es de 6 a 9 lo que permite actividad microbiana normal (Andrade Yucra, 2023)

- DBO: la demanda bioquímica de oxígeno es un indicador que mide la cantidad de oxígeno disuelto consumido por microorganismos en el agua residual, lo cual permite determinar cantidad de materia orgánica que los microorganismos descomponen en los procesos de tratamiento biológico (Méndez Gutiérrez y Dueñas Moreno, 2018)
- DQO: demanda química de oxígeno del agua, indicador que facilita la determinación de la cantidad de oxígeno para oxidarse químicamente la materia orgánica. Cuerpo de agua contaminada, valores de DQO elevado (Méndez Gutiérrez y Dueñas Moreno, 2018)
- Aceites y grasas: referido a sustancia disuelta en el solvente. Los aceites y grasas son considerados como compuestos de carbono, hidrogeno y oxigeno lo que genera capas en la superficie del cuerpo de agua residual generando iridiscencia y problemas de mantenimiento. Además, intervienen en actividades biológicas ya que su degradación es difícil (Giraldo Melo y Ospina Losada, 2021)
- Temperatura: parámetro importante para medir la calidad del agua, un cuerpo de agua contaminada presenta temperatura más alta que un cuerpo de agua no contaminada debido a que se produce mayor actividad bioquímica por parte de los microorganismos (Carpio Caliente y Celis Gómez, 2019)
- Solidos totales en suspensión: es la cantidad de solidos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua residual, el nivel permitido en efluentes deSST es de 150mg/l (Andrade Yucra, 2020)

#### b. Bacteriológicas

- Coliformes termo tolerantes: es un indicador de presencia de microorganismos en aguas residuales que se desarrollan a altas temperaturas del agua (Hirpahuanca Aucatinco, 2021)

### 1.2.2. Tratamiento de aguas residuales

- Tratamiento en sistemas aerobios:** Para tratar grandes corrientes de aguas urbanas se realiza en reactores biológicos, sistemas aerobios de funcionamiento en continuo, con adición de oxígeno suficiente para el mantenimiento de cantidades elevadas de microorganismos aerobios capaces de degradar la materia orgánica (Muñoz Vicenta, & Álvarez Rodríguez, 2018).
- Tratamiento de sistemas anaerobios:** Los sistemas anaerobios se emplean para rebajar el peso orgánico del agua residual como las procedentes de residuos ganaderos, corrientes que no pueden utilizarse directamente en reactores aerobios, también se emplea en el tratamiento del fango generado como residuo tras el tratamiento en reactores aerobios (Muñoz Vicenta, y Álvarez Rodríguez, 2018).

### Lagunas de oxidación

Son embalses que se construyen excavando y compactando el suelo para almacenar agua de cualquier calidad durante un tiempo determinado. La sencillez de la gestión de aguas residuales y la eficiencia energética son sus principales características (Blas Bazalar., 2020), el tratamiento es por medio de la actividad bacteriana mediante acciones simbióticas de las algas y otros organismos (CNA, 1996)

Constituidas por tres sistemas:

- Sistema anaerobio: Posas con poca profundidad donde la actividad microbiana es en condiciones anaerobias y en suspensión (Diaz Báez, 2002)
- Sistema facultativo: laguna con tres zonas bien marcadas, una zona superficial con acción simbiótica entre algas y bacterias, la segunda una zona profunda para la

acumulación de sólidos fermentados y descompuestos, y la tercera zona intermedia anaerobia y aerobia con actividad microbiana aerobia facultativa. (Hirpahuanca, Aucatinco, 2021)

- Sistema de maduración: poco profundas que las facultativas, zona en condición aerobia (Rolim Mendonca, 2000)

### Límite Máximo Permisible

Es la cuantificación de la reunión de elementos de parámetros físico-químicos y biológicos (bacteriológicos) que caracteriza a una emanación que al ser excedida puede ocasionar daños al bienestar, a la salud del hombre y del medio ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el sistema de gestión ambiental (MINAM, 2010)

**Tabla 1**

*Límites máximos permisibles de efluentes para vertido a cuerpos de agua*

PARAMETRO	UNIDAD	LMP EFLUENTES VERTIDOS CUERPOS DE AGUA	DE PARA A
Aceites y Grasas	mg/l	20	
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 ml	10 000	
Demanda Bioquímica De Oxígeno (DBO)	mg/L	100	
Demanda Química De Oxígeno (DQO)	mg/L	200	
Ph	Unidad De pH	6,5-8,5	
Temperatura	°C	<35	
Sólidos totales en suspensión	mL/L	150	

*Fuente: Decreto Supremo N°003-2010-MINAM* **Aguas de río:** Son aquellas que están superficialmente en el suelo, producidas por varias formas ya sean precipitaciones, glaciares o del subsuelo. Se exhiben en proceso de circulación como arroyos o en reposo (ANA, 2020).

### 1.2.3 Calidad del agua de fuentes superficiales

La calidad hace referencia a las características biológicas, químicas y físicas presente en el agua, es una proporción de la condición de una fuente de agua con relación a la condición de las especies vivas o sobre cualquier necesidad humana o propósito. Se usa con más frecuencia para la referencia a un grupo de normas ante las cuales puede evaluarse el cumplimiento. Los estándares

utilizados con mayor frecuencia para evaluar la calidad de las fuentes de agua se vinculan con la salud de los ecosistemas, agua potable y seguridad de contacto humano (MINAM ,2010).

#### **1.2.4 Estándares de Calidad Ambiental para agua categoría 3**

Viene a ser la medida que establece el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el agua en su función de cuerpo receptor que no presenta riesgos significativos para la salud de las personas ni al medio ambiente (MINAM ,2010).

**Tabla 2***Estándares de Calidad Ambiental para aguas de río.*

Parámetro	Unidad de medida	Riego de vegetales		D2:
		Agua para riego restringido (C)	Agua para riego restringido	Bebida de animales Bebida de animales
<b>FISICOQUIMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L		5	10
Bicarbonatos	mg/L		518	**
Cloruros	mg/L		500	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)		2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L		15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L		40	40
Nitratos (NO --N) +	mg/L		100	100
Oxígeno Disuelto (valormínimo)	mg/L		$\geq 4$	$\geq 5$
Potencial de Hidrógeno(pH)	Unidad de pH		6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L		1 000	1 000
Temperatura	°C		$\Delta 3$	$\Delta 3$
Solidos suspendidos totales (SST)	mg/L		$\leq 100$	$\leq 100$
<b>MICROBIOLOGICO Y PARASITOLOGICOS</b>				
Coliformes termo tolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000

*Fuente: ECAS - D.S. 004-2017- MINAM.*

### 1.3 MARCO CONCEPTUAL

- **Agua:** El agua es un recurso naturalmente renovable, vital; vulnerable y estratégica para el desarrollo continuo, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que lo sustentan y la seguridad de la Nación (MINAM, 2010)

**Contaminación del agua:** la contaminación del agua se traduce como la aglomeración de sustancias tóxicas y los problemas del derrame líquido en el sistema de agua (ríos, mar, piscina, etc.) para ajustar la calidad del agua. Sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos del agua que, cuando se superan, causan o pueden causar daños a la salud y al medio ambiente (MINAM, 2010)

- **Agua Residual:** agua que ha cambiado sus características originales debido a la intervención humana y es por ello que necesita ser tratada antes de ser reutilizada, drenada a una fuente de agua natural o vertida (MINAM, 2010)

#### 1.4 MARCO LEGAL

- LEY N° 28611 “Ley general del ambiente” en el artículo n° 120, refiere que el estado promueve el tratamiento de aguas residuales con el objetivo de que estas sean reutilizadas. Considerando que estén dentro de los ECAs para agua.
- LEY N° 29338 “Ley de Recursos Hídricos” refiere sobre la regulación y gestión de los recursos hídricos en sus diferentes categorías. También establece que, la Autoridad Nacional del Agua es la única entidad quien autoriza que los vertimientos de agua residual tratadas sean cargados a un cuerpo receptor, previa opinión técnica de las Autoridades Nacionales y Salud considerando el cumplimiento de los ECAs para agua y LMP para efluentes de PTAR.
- LEY N° 26842 “Ley general de Salud” refiere que en todo el país el Ministerio de Salud es la entidad al que le compete dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud proveniente de aguas contaminadas. En el artículo 104 refiere que; toda persona jurídica o natural está impedido a efectuar descarga de agua contaminada, sin haber adoptado medidas según las normas sanitarias y de protección del ambiente.
- Decreto supremo N° 002-2008-MINAM; Aprueba los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua.
- Decreto supremo N° 002-2008-MINAM; en el que Aprueba las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua.
- Decreto supremo N° 001-2010.AG, en que Aprueba el reglamento de la Ley N° 29338, ley de recursos hídricos.
- Resolución jefatural N° 202-2010.ANA, En el que aprueban el reglamento de cuerpos de agua superficiales y marinos costeros.

## CAPÍTULO II: AREA DE ESTUDIO

### 2.1 UBICACIÓN

- **Ubicación política**

El presente estudio se localizó en:

- Región : Cusco
- Provincia : Cusco
- Distrito : Poroy
- Laguna de Oxidación: Poroy
- Río : Hatun Mayo

- **Ubicación geográfica**

El distrito de Poroy considerado como parte de los ocho distritos de la provincia de Cusco, se encuentra bajo la administración de la Municipalidad Provincial de Cusco.

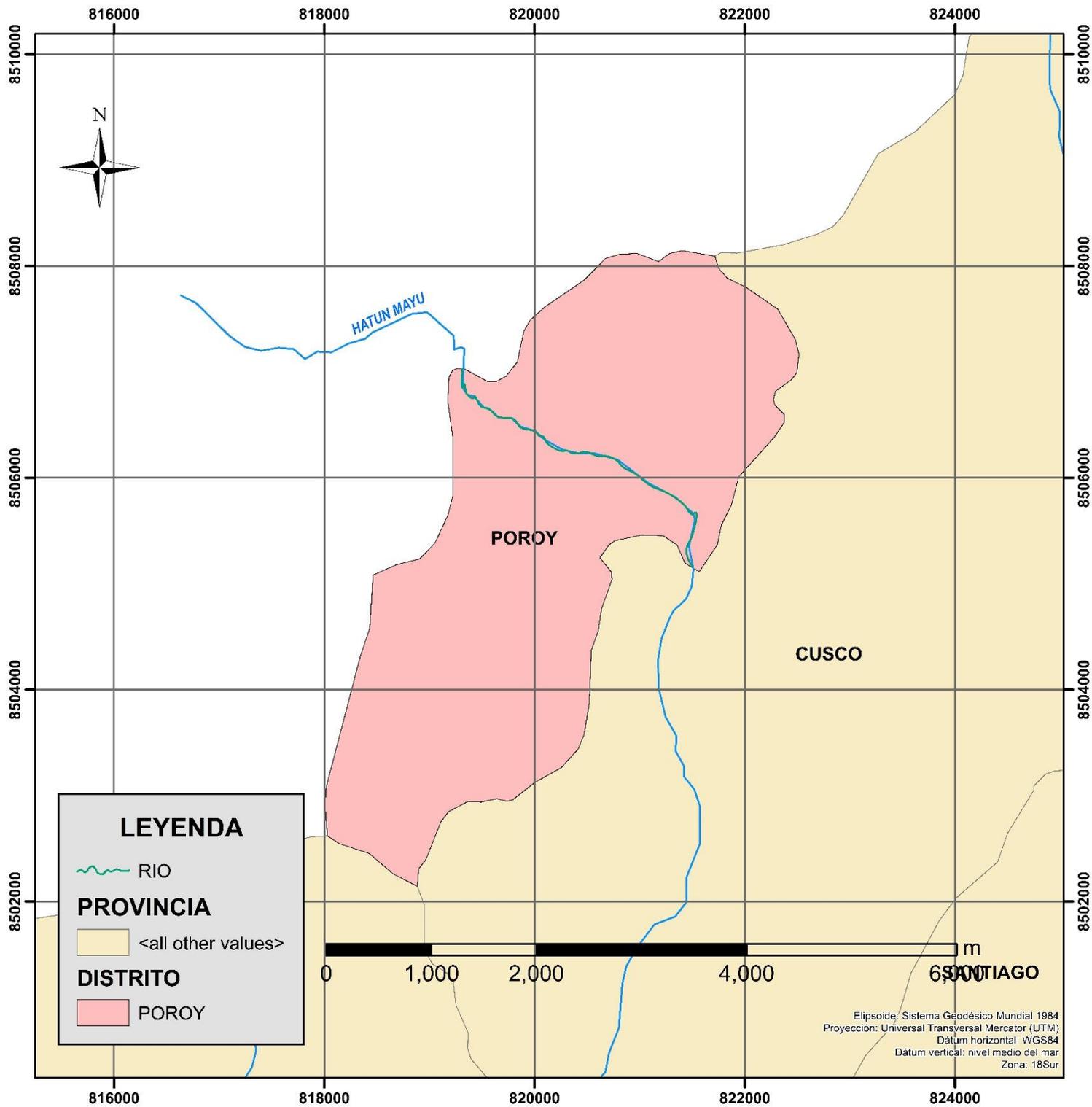
Se encuentra a una altitud de 3,460 msnm, con latitud sur de 13°30'48'' y longitud oeste 72°02'35'' (Municipalidad de Poroy, 2022).

#### **Tabla 3**

*Limites del distrito de Poroy.*

PUNTO CARDINAL	DETALLE
Norte	Distrito de Chinchero (provincia de Urubamba)
Sur	Distrito de Ccorca (provincia Cusco)
Este	Distrito de Cusco (capital de la provincia)
Oeste	Distrito de Pucyura y Cachimayo (provincia Anta)

*Fuente: Municipalidad de Poroy, 2022*



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA		
TESIS DE GRADO: Para optar al título profesional de: <b>BIOLOGO</b>		
TÍTULO: EVALUACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRAVADAS VEDANTE LAS LAGUNAS DE ORDENACIÓN Y EFECTOS DEL VERBIMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYU, LOCALIDAD DE POROY - CUSCO		
<b>MAPA DEL DISTRITO DE POROY</b>		
UBICACION PTAR: LOCALIDAD DE POROY DISTRITO: POROY PROVINCIA: CUSCO DEPARTAMENTO: CUSCO	AUTOR: Bach. Jimmy Joel Farián Quijpe ASFISORA: Mgr. Isabel Rodríguez Sánchez	<b>M. 01</b>
FECHA: JUNIO/2024	Proy.: UTM-WGS 1984 Huso 18S	ESCALA: 1:50,053

## **2.2 ACCESIBILIDAD**

La accesibilidad a la Localidad de Poroy es por tres vías o redes, la línea vial regional PE-3S, (Cusco-Poroy y Anta-Poroy) y PE-28F (Urubamba-Poroy), también por líneas viales locales CU-1140 al CU-1149 - CU-1256 y por la vía ferroviaria sur F-SO (Cusco-Poroy y Ollantaytambo-Poroy). (Municipalidad Distrital de Poroy, 2020)

## **2.3 CARACTERÍSTICAS DEL ÁREA DE ESTUDIO**

### **2.3.1 Geología**

Según la geología del área de estudio y en base al estudio y actualización de los cuadrángulos de Cusco y Tambobamba presenta rocas sedimentarias del Cretácico (Carlotto et al., 2003) y (Galdós et al., 2020), además el distrito de Poroy comparte tres formaciones como; formación Maras, formación Vilquechico, formación Ausangate. (INGEMMET, 2020)

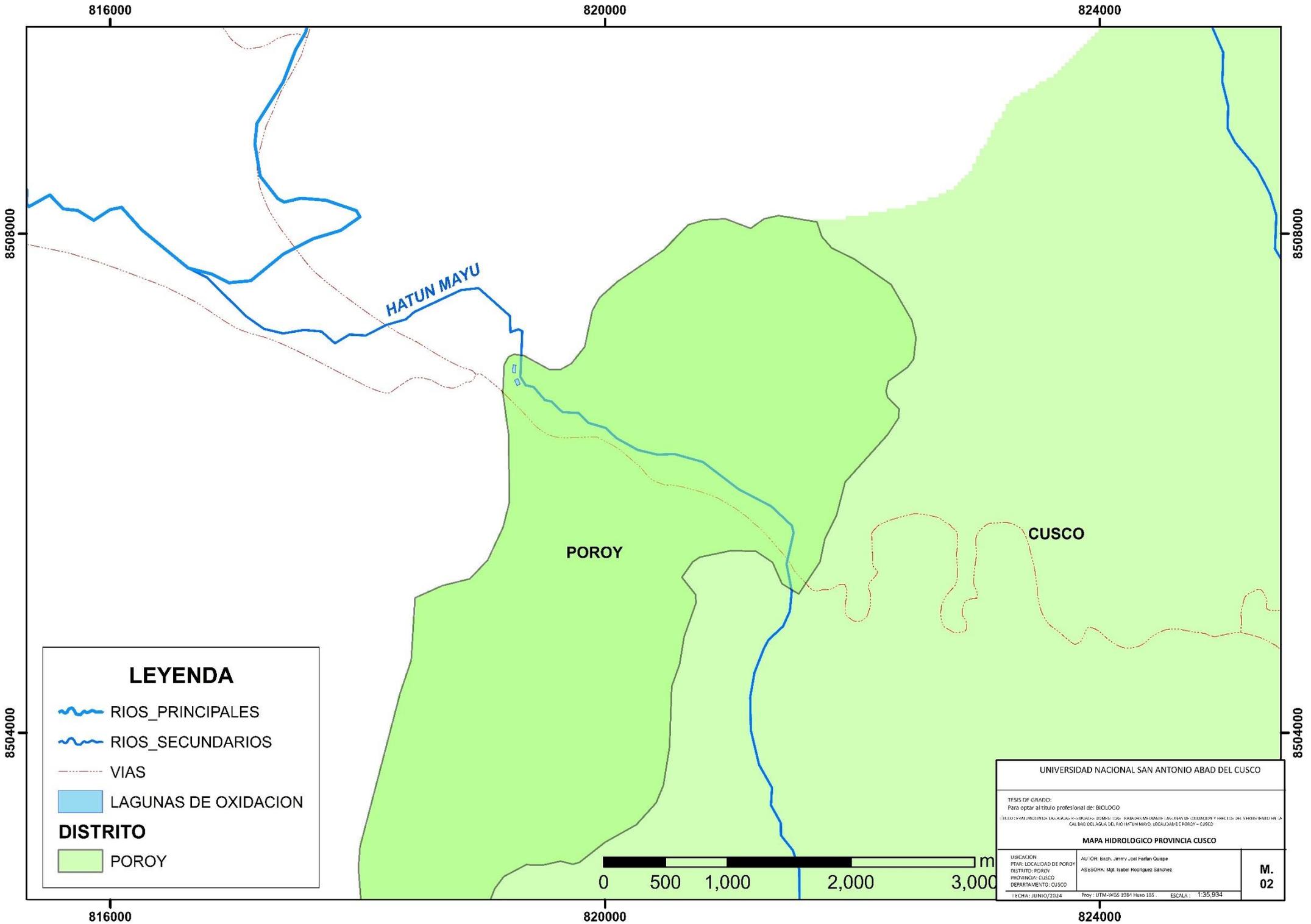
### **2.3.2 Geomorfología**

La investigación de demarcación Económica y ecológica (ZEE) de la Región del Cusco, que fue elaborado por el Instituto de Manejo de Agua y del Medio Ambiente en el 2009, donde considera el “Documento Síntesis Provincia Cusco” que habla sobre las modificaciones climáticas y geomorfológicas establecen de gran manera la diferencia de suelos variados por su naturaleza y su productividad. De manera general los suelos son Entisoles, suelos jóvenes, poco espesos, y casi siempre pobres en materia orgánica. Se tienen también, aunque muy poco representativos, los suelos de tipo Mollisoles, que son suelos básicamente negros o pardos, asociados principalmente a una cobertura vegetal de pastos. (IMA, 2009)

### **2.3.3 Hidrografía**

En el distrito de Poroy se han registrado un total de 19 manantes distribuidas en cuatro comunidades y en el Predio Yanamayo. las aguas de muchos de estos manantes se encuentran captadas para consumo de la población del distrito, algunas veces es usada para la actividad pecuaria. Se reconoce 10 ríos que se distribuyen en tres comunidades y en un sector. El río Hatun Mayo dentro de su recorrido pasa por la zona urbana de la localidad de Poroy teniendo como tributario principal al Río Cachimayo formando así, parte de la Subcuenca del Río Huarocondo y desemboca en el Río Vilcanota.

La gran mayoría de los ríos presentan caudales permanentes por lo que el principal uso que se le da a los cuerpos de agua es para la actividad pecuaria y en menor escala a la actividad agrícola.  
(Municipalidad Distrital de Poroy, 2020)



**LEYENDA**

-  RIOS\_PRINCIPALES
  -  RIOS\_SECUNDARIOS
  -  VIAS
  -  LAGUNAS DE OXIDACION
- DISTRITO**
-  POROY



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO		
TESIS DE GRADO: Para optar al título profesional de: BIÓLOGO <small>TÍTULO: EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS DE LOS RÍOS DE LOS DISTRITOS DE POROY Y CUSCO, PARA DETERMINAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO HATUN MAYU, LOCALIDAD DE POROY - CUSCO</small>		
<b>MAPA HIDROLÓGICO PROVINCIA CUSCO</b>		
<small>UBICACION PTAR: LOCALIDAD DE POROY DISTRITO: POROY PROVINCIA: CUSCO DEPARTAMENTO: CUSCO</small>	<small>AU/ OJE: Bach. Jimmy Joel Harfen Guzmán AS/ESORA: Mge. Isabel Rodríguez Sánchez</small>	<b>M. 02</b>
<small>FECHA: JUNIO/2024      Proy.: UTM-WGS 1984/ Huso 18S      ESCALA: 1:35,934</small>		

### 2.3.4 Clima

Se distingue las siguientes características climáticas en el Distrito de Poroy: frío semiseco (Suni), semiseco y templado (quechua o qeshwa) y en las zonas de meseta el clima es frío y subhúmedo. El distrito de Poroy según su geografía se ubica en el extremo oeste de la cordillera oriental, en la zona occidental y central de la provincia de Cusco, se sitúa aproximadamente entre los 3,480 m.s.n.m. y los 4,170 m.s.n.m., en las estribaciones de la faja sub andina de la cordillera oriental, la que implica una topografía accidentada, con rasgos que van desde altas cumbres, colinas onduladas, hasta quebradas y valles profundos, que acondiciona la diversidad de microclimas y pisos ecológicos con desarrollo de imponentes paisajes naturales (Municipalidad Provincial del Cusco, 2019).

En la tabla N° 4 y figura N° 4 se muestra datos de temperatura y precipitación promedio de los años 2017 a 2023 de estación meteorológica de Anta Ancachura. Observándose que la precipitación pluvial media es de 725.8 mm, temperatura media anual de 10.07 °C, siendo el mes de noviembre y diciembre con temperatura máxima promedio de 11.2 °C, y el mes de junio con temperatura mínima promedio de 8.2 °C.

**Tabla 4**

*Temperatura y precipitación estación meteorológica de Anta Ancachura (2017-2023).*

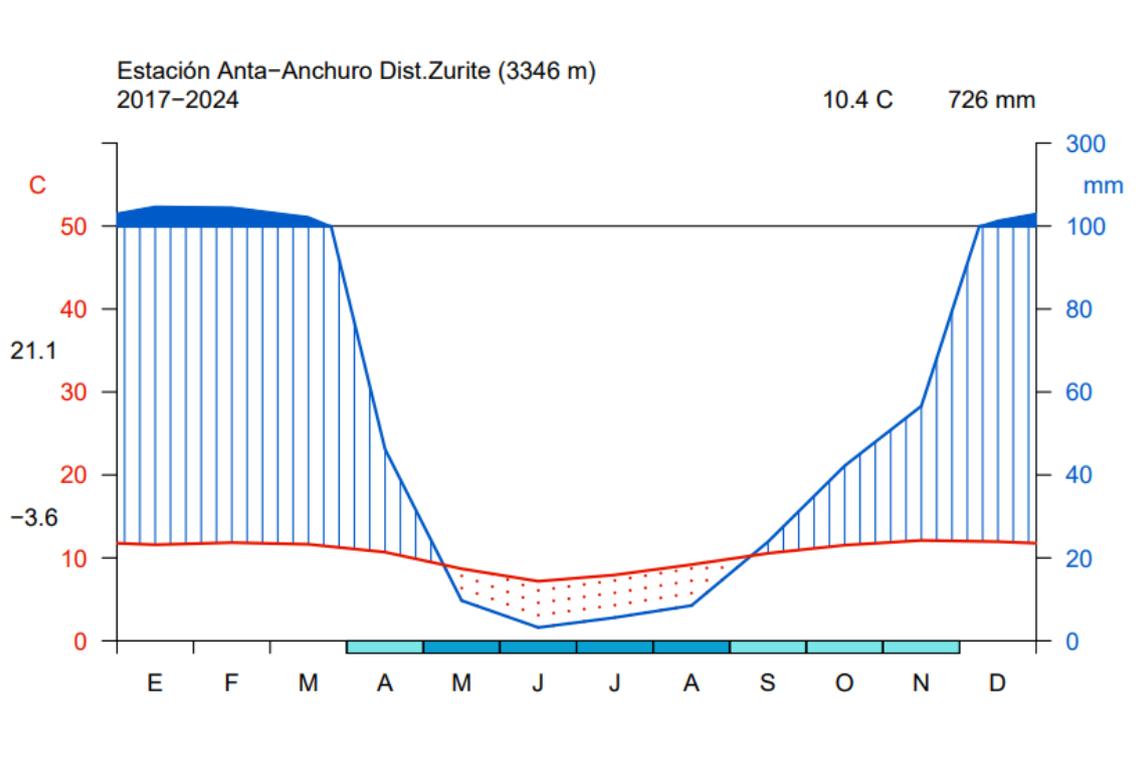
Mes	Temperatura(°C)	Precipitación (mm)
Enero	10.8	147.8
Febrero	10.9	145.7
Marzo	10.8	122.5
Abril	10.6	46.2
Mayo	9.3	9.7
Junio	8.2	3.2
Julio	8.3	5.6
Agosto	8.7	8.5
septiembre	10.0	23.9
Octubre	10.9	42.2
Noviembre	11.2	56.6
Diciembre	11.2	113.9
Promedio	10.07	
Total		725.8

*fuentes: elaborado en base a datos meteorológicos de SENAEMI 2017-2023*

En la figura 4 se muestra las épocas del año bien marcadas; la época con mayor precipitación pluvial (temporada húmeda) son los meses de diciembre, enero, febrero y marzo; la época de baja precipitación y/o presencia de lluvia son los meses de abril, setiembre, octubre y noviembre y la época seca se inicia en el mes de mayo y finaliza en el mes de agosto.

**Figura 4**

*Climatodiagrama de la precipitación y temperatura del área de estudio*



fuelle: elaborado en base a datos meteorológicos de SENAHMI 2017-2023

Leyenda:

- Temporada húmeda
- temporada de lluvia
- temporada seca

### 2.3.5 Población del Distrito de Poroy

**Tabla 5**

*Población del distrito Poroy según el censo 2017 - INEI*

POBLACION CENSADA RURAL		%
<b>HOMBRES</b>	1139	49.7
<b>MUJERES</b>	1152	50.3
<b>TOTAL</b>	2291	100%

*Fuente: INEI-2018*

**Tabla 6**

*viviendas del distrito Poroy con acceso a servicios básico censo 2017 - INEI*

Total, de viviendas censadas 2017: 662	Brecha de Cobertura			
	Total	Cobertura	Total	Porcentaje
Viviendas según acceso a servicios básicos, 2017				
Viviendas con acceso a agua por red pública <sup>a/</sup>	608	91.8%	54	8.2%
Viviendas con acceso a saneamiento por red pública <sup>b/</sup>	501	75.7%	161	24.3%
Viviendas con alumbrado eléctrico <sup>c/</sup>	558	84.3%	104	15.7%
Viviendas con acceso a los tres servicios básicos <sup>d/</sup>	459	69.3%	203	30.7%

*Fuente: PCM CEPLAN INEI-2021.*

## **CAPÍTULO III: MATERIALES Y METODOS**

### **3.1 MATERIALES**

#### **De campo**

- Balde de 4 litros
- Bolsas de plástico oscuras (negras)
- Botas de jebe
- Cajas refrigerantes Cooler (termo refrigerante).
- Cámara fotográfica
- Cronómetro
- Cuaderno de campo
- Equipo de bioseguridad (mandil, guantes y barbijo)
- Frascos de plástico de polietileno de 1000 ml
- Frascos de vidrio esterilizados de 300 ml
- Marcadores indelebles
- Termómetro de campo
- Wincha de 25m
- GPS

#### **Materiales de gabinete**

- Bibliografía
- Laptop
- ArcGis 10.3
- Google Eath pro
- Microsoft Excel 2020
- Microsoft Word 2020

## 3.2 METODOS

### 3.2.1 DETERMINACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA LOCALIDAD DE POROY

#### 3.2.1.1. DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE LAS AGUAS RESIDUALES.

Se determinó el caudal en el punto de vertimiento de las lagunas de oxidación por encontrarse en condiciones de descarga libre del efluente, la obtención de datos se realizó en el mes de julio del 2022 con 3 repeticiones de manera consecutiva en la tubería de descarga del punto de vertimiento hacia el río Hatun Mayo, donde se aplicó la siguiente metodología:

#### **Método volumétrico:**

Este método se usa para medir el flujo en una tubería a la que se le permite recolectar flujo por descarga libre.

#### **Cálculo del tiempo: T (s)**

- Se utilizó un envase con capacidad de 20 litros para recolectar el H<sub>2</sub>O.
- Cronometro
- Se midió el tiempo que tarda en llenarse un volumen dado de agua.

#### **Cálculo del volumen: V (l)**

- Se determinó la magnitud del envase.

#### **Cálculo del Caudal: Q (l/s)**

- El caudal es el resultado de la división del volumen de agua recogida en un recipiente por el tiempo necesario para recoger dicho volumen.

$$Q = V/t$$

dónde:

Q = flujo en l/s

V = litro

t = tiempo en segundo

(RM 273-2013-VIVIENDA: normativa para controlar la calidad de los efluentes–MVCS).

### 3.2.1.2. ANALISIS FISICOQUIMICO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

#### A. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO.

Para el análisis fisicoquímico de lagunas de oxidación se consideró cinco puntos de muestreo en la PTAR; dos puntos en el afluente (compartimiento 1 y 2), dos puntos en el efluente (compartimiento 1 y 2) y un punto en el vertimiento (desembocadura al río Hatun Mayo).

**Tabla 7**

*Puntos de muestreo de agua residual de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy*

PUNTO DE MUESTREO	MUESTRA	AREA DE MUESTREO	CANTIDAD	FECHA
AFLUENTE 1	M1	Laguna de oxidación 01	01	15/06/2022
AFLUENTE 2	M2	Laguna de oxidación 02	01	15/06/2022
SALIDA-EFLUENTE 1	M3	Laguna de oxidación 01	01	15/06/2022
SALIDA-EFUENTE 2	M4	Laguna de oxidación 02	01	15/06/2022
VERTIMIENTO	M5	Desembocadura al río	01	15/06/2022
ANTES DEL VERT.	M6	Río Hatun mayo	01	15/06/2022
DESPUES DEL VERT.	M7	Río Hatun mayo	01	15/06/2022
TOTAL			07	

*Fuente: elaboración propia*

#### B. TOMA DE MUESTRA.

- Se utilizó frascos de 1000 mL de plástico de primer uso donde se recogió la muestra para determinar la DBO Y DQO.
- Se evitó la filtración de aire, por lo que el frasco se llenó al tope para evitar la formación de burbujas.
- Se tomó otro frasco de 1000 mL, para determinar los otros parámetros.
- Los envases fueron debidamente rotulados (coordenadas, fecha, hora, numero de muestra).

Las muestras se acondicionaron en un recipiente para el traslado al laboratorio y su posterior análisis en el laboratorio MC QUIMICALAB. Puntos de muestreo en las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy.

### C. PARÁMETROS Y MÉTODOS

**Tabla 8**

*Parámetros y métodos para los análisis fisicoquímicos de las aguas residuales*

PARAMETROS	METODOLOGIAS
Aceites y grasas	Extracción Directa
Demanda Bioquímica de Oxígeno	Titulación Redox: Método Winkler
Demanda Química de Oxígeno	Método titulométrico de reflujo
pH	Método Electrométrico
Sólidos Totales en Suspensión	Sólidos suspendidos totales secados a 103-105°C
Temperatura	Termómetro ambiental

Fuente: Decreto Supremo N°003-2010-MINAM.

#### 3.2.1.3. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS

##### A. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

Se toma en cuenta los siguientes puntos de toma de muestra:

**Tabla 9**

*Puntos de muestreo de agua residual de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy*

PUNTO DE MUESTREO	MUESTRA	AREA DE MUESTREO	CANT.
AFLUENTE 1	M1	Laguna de oxidación 01	1
AFLUENTE 2	M2	Laguna de oxidación 02	1
SALIDA- EFLUENTE 1	M3	Laguna de oxidación 01	1
SALIDA-EFUENTE 2	M4	Laguna de oxidación 02	1
PUNTO DE VERT. AL RÍO	M5	Tubo recolector general	1
ANTES DEL VERT.	M6	Río Hatun mayo	1
DESPUES DEL VERT.	M7	Río Hatun mayo	1
TOTAL			7

Fuente: Elaboración propia, 2022.

##### B. TOMA DE MUESTRA

- Para la toma de muestras de agua se utilizó frascos estériles de 300 ml.
- La muestra se tomó inmediatamente después de destapar el recipiente, sin producirse un enjuague.
- Se utilizó medidas de bioseguridad - EPPs.
- Las muestras se conservaron a 4°C y se acondicionaron para su traslado en un Cooler con refrigerantes.

- Los frascos no se abrieron hasta antes del análisis en el laboratorio.
- Las muestras acondicionadas fueron transportadas para el análisis correspondiente en el transcurso de 8 horas y posteriormente fueron procesadas en el laboratorio.

### C. PARÁMETROS Y MÉTODOS

Se utilizó la metodología de análisis de la American Water World Association Water Pollution Control Federation 20th edition 1998 (APHA – AWWA - WPCF) para analizar las bacterias del H<sub>2</sub>O, los cuales recomienda el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente (CEPIS).

**Tabla 10**

*Parámetros y métodos para el análisis bacteriológico de aguas residual*

PARÁMETRO	METODOLOGÍAS
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100 ml Técnica: Tubos múltiples.

*Fuente: APHA – AWWA – WPCF – CEPIS.*

**Técnica de tubos múltiples:** El método de tubos múltiples se fundamenta en establecer la existencia o nulidad (positivo o negativo) de propiedades específicas de microorganismos en replicas adquiridas por diluciones sucesivas desde de una muestra de agua o de otros medios. Se basa en el principio de que una célula pueda crecer y originar un cultivo oscuro. El método necesita la ejecución de una consecución de diluciones en cadena de la muestra de cultivo, en una fuente líquida conveniente para el crecimiento del organismo de un volumen diez veces mayor. Luego, se procede a la incubación de las muestras de dichos tubos y, en un tiempo determinado, se analizan los tubos. Aquellos tubos que percibieron una o más células microbianas derivadas de la muestra, se pondrán oscuras, mientras que los tubos que no percibieron ninguna célula quedarán cristalinos. (APHA. AWW. WEF. Part. 9221B. 21th ed. 2005.)

### 3.2.2. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO HATUN MAYO, ANTES Y DESPUÉS DEL PUNTO DE VERTIMIENTO

#### 3.2.2.1. ANALISIS FISICOQUIMICO DEL AGUA DEL RÍO HATUN MAYO

##### A. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO

Los puntos de muestreo en el río Hatun Mayo fueron antes y después del punto de vertimiento de las aguas residuales procedentes de las lagunas de oxidación.

**Tabla 11**

*Puntos de muestreo de agua del río Hatun Mayo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DISTANCIA</b>
Antes del vertimiento	01	50m
Después del vertimiento	01	50m
<b>TOTAL</b>	<b>02</b>	

819210

819300



8506920

8506830

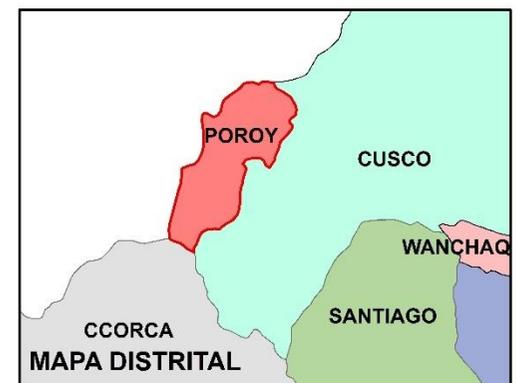
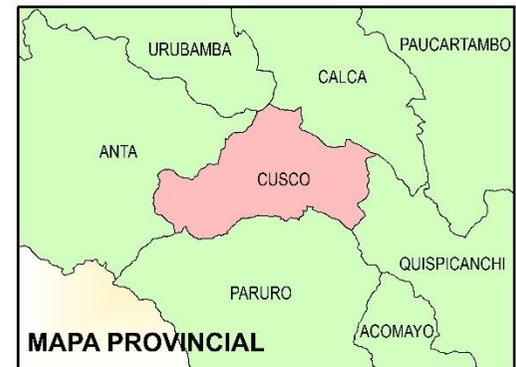
819210

819300



8506920

8506830



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGIA		
TESIS DE GRADO: Para optar al título profesional de: <b>BIOLOGO</b>		
TÍTULO DE INVESTIGACIÓN: <b>ESTUDIO DE LOS EFECTOS DEL USO DE FERTILIZANTES QUÍMICOS EN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA EN LA ZONA DE LA LAGUNA DE OXIDACION_1 Y LAGUNA DE OXIDACION_2 DEL RÍO POROY - CUSCO</b>		
<b>MAPA DE UBICACION DE PUNTOS DE MUESTREO</b>		
UBICACION: PTAR: LOCALIDAD DE POROY DISTRITO: POROY PROVINCIA: CUSCO Dpto. PASTAZA: PÉREZ GONZÁLEZ	AUTOR: Bach. Jimmy Joel Farfán Quijpa ASISTENTE: Mg. Iván Rodríguez Sánchez	<b>M. 03</b>
11.011A: 10/10/2024	Proy.: UTM-WGS 1984 H30e 18S	

## A. TOMA DE MUESTRA:

- La toma de muestra se realizó 50 metros antes y 50 metros después del punto de vertimiento de las aguas residuales procedentes de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy.
- Las muestras de agua de río se recogieron en botellas de plástico de 1000 ml de primer uso previamente enjuagadas, las mismas que se rotularon y se acondicionaron para el traslado al laboratorio MC QUIMICALAB, para su respectivo análisis.

## B. PARÁMETROS Y MÉTODOS

La siguiente metodología para análisis fisicoquímico de aguas de río son las estandarizadas propuestas por el MINAM en su D.S. 004 – 2017 – MINAM.

**Tabla 12**

*Parámetros y métodos para el análisis fisicoquímico del agua del río Hatun Mayo*

PARAMETROS	METODOLOGIA
Dureza total	Espectrofotometría de absorción atómica
Alcalinidad total	Método de titulación
Acidez total	Métodos volumétricos
Cloruros	Espectrofotometría de absorción atómica
Sulfatos	Métodos gravimétricos
Conductividad Eléctrica	Conductímetro
pH <sup>+</sup>	Método electrométrico
Sólidos totales en suspensión	Métodos gravimétricos
Oxígeno disuelto (OD)	Método de winkler in situ
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Titulación redox: método winkler
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Método titulométrico de reflujo
Nitrógeno total	Método electrométrico
Fosfatos	Método del ácido ascórbico
Turbidez	Turbidímetro
Aceites y Grasas	Extracción directa
Temperatura	Termómetro ambiental

*Fuente: Metodología sugerida por D.S. 004-2017-MINAM.*

### 3.2.2.2. ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DEL AGUA DEL RÍO HATUN MAYO

#### A. PUNTOS DE MUESTREO

Los puntos de muestreo fueron dos; uno antes y otro después del punto de vertimiento de las aguas residuales procedentes de las lagunas de oxidación.

**Tabla 13**

*Puntos de muestreo de agua del río Hatun Mayo*

<b>PUNTOS DE MUESTREO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>DISTANCIA</b>
<b>Antes del vertimiento</b>	01	50m
<b>Después del vertimiento</b>	01	50m
<b>TOTAL</b>	02	

*Fuente: Elaboración propia, 2022.*

#### B. TOMA DE MUESTRA:

- Se utilizó frascos de vidrio estériles de 300ml, para la toma de las muestras.
- La muestra se tomó inmediatamente después de destapar el recipiente, sin producirse un enjuague.
- Se evitó contaminar la muestra mientras la recogíamos.
- La muestra se conservó a 4°C de temperatura hasta el momento del análisis, se acondicionó en un Cooler con refrigerante, se transportó inmediatamente para no superar las 24 horas para su análisis.
- Los frascos no se abrieron hasta antes del análisis en el laboratorio.
- Las muestras se rotularon y acondicionaron para ser transportadas al laboratorio **MCRLAB** para su respectivo análisis.

## C. PARÁMETROS Y MÉTODOS

Se aplicó la metodología de análisis recomendada por la American Water World. Association Water Pollution Control Federation 20th edition 1998 (APHA – AWWA - WPCF) para analizar las bacterias del H<sub>2</sub>O y bajo la sugerencia del Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencia del Ambiente (CEPIS).

**Tabla 14**

*Parámetro y métodos para el análisis del agua de río*

<b>PARÁMETRO</b>	<b>METODOLOGÍAS</b>
Coliformes Termo tolerantes	NMP/ 100 ml
TÉCNICA: tubos múltiples	

*Fuente: APHA – AWWA – WPCF- CEPIS 2012.*

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS DE LA LOCALIDAD DE POROY

Según la Tabla 15 se muestra los resultados de la medición del caudal del afluente y efluente de las aguas residuales de la PTAR de la localidad de Poroy que está integrada por dos lagunas de oxidación, tomando en cuenta la dificultad en cuanto a la toma de muestras para la medición del caudal que fueron ejecutadas con repeticiones (03 por punto). Se determina que el afluente tiene un caudal promedio de 0.85 L/s y el efluente tiene un caudal promedio de 1.06 L/s. Por lo tanto, podemos indicar que las lagunas de oxidación no efectúan la retención de las aguas residuales ni los diferentes tratamientos depurativos que normalmente existen en una PTAR.

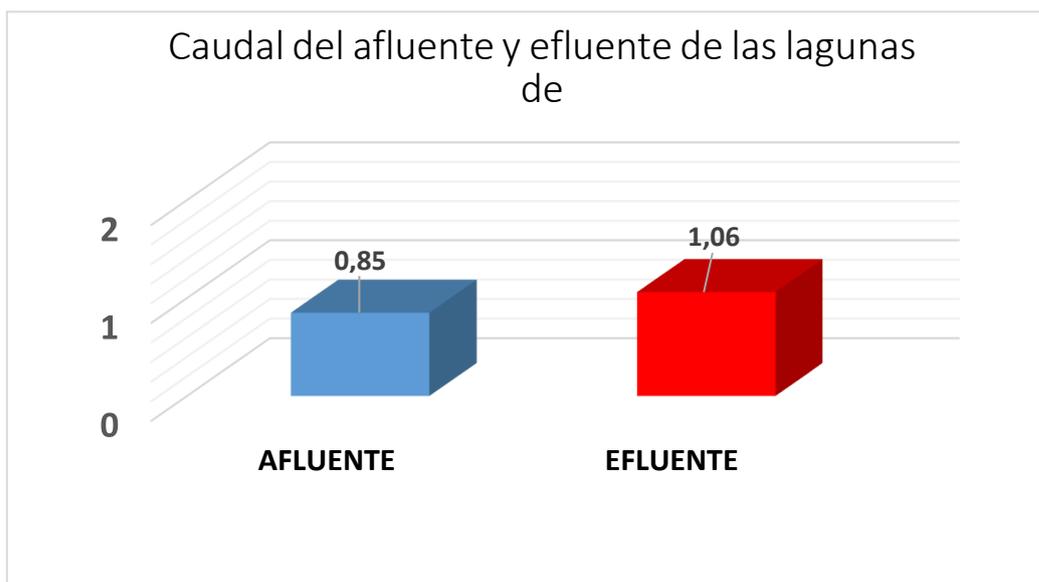
**Tabla 15**

*Caudal promedio de las aguas residuales en el afluente y efluente ( $m^3/s$ )*

Numero	punto de muestreo	Q1	Q2	Q3	promedio Q (l/s)
1	Afluente M1	1.13	0.98	1.11	1.06
	Afluente M2	0.99	1.15	1.00	
2	Efluente M3	0.87	0.9	0.89	0.85
	Efluente M4	0.83	0.81	0.82	

**Figura 6**

*Caudal las aguas residuales en el afluente y efluente ( $m^3/s$ )*



Según los datos de la Tabla 16 y figura 07, respecto al análisis fisicoquímico de las aguas residuales domésticas, tanto en la M1 (laguna de oxidación 01) y M2 (laguna de

oxidación 02) los valores de aceites y grasas, DBO, TSS, temperatura y pH, se encuentran dentro de los LMP de acuerdo al D.S.003-20109-MINAM, sin embargo el valor de BQO en la M1 es de 280 mg/L y en la M2 288 mg/L respectivamente, cuyos valores superan los LMP, por lo tanto estas aguas requieren un pre tratamiento, antes de ingresar a los compartimientos de las lagunas de oxidación.

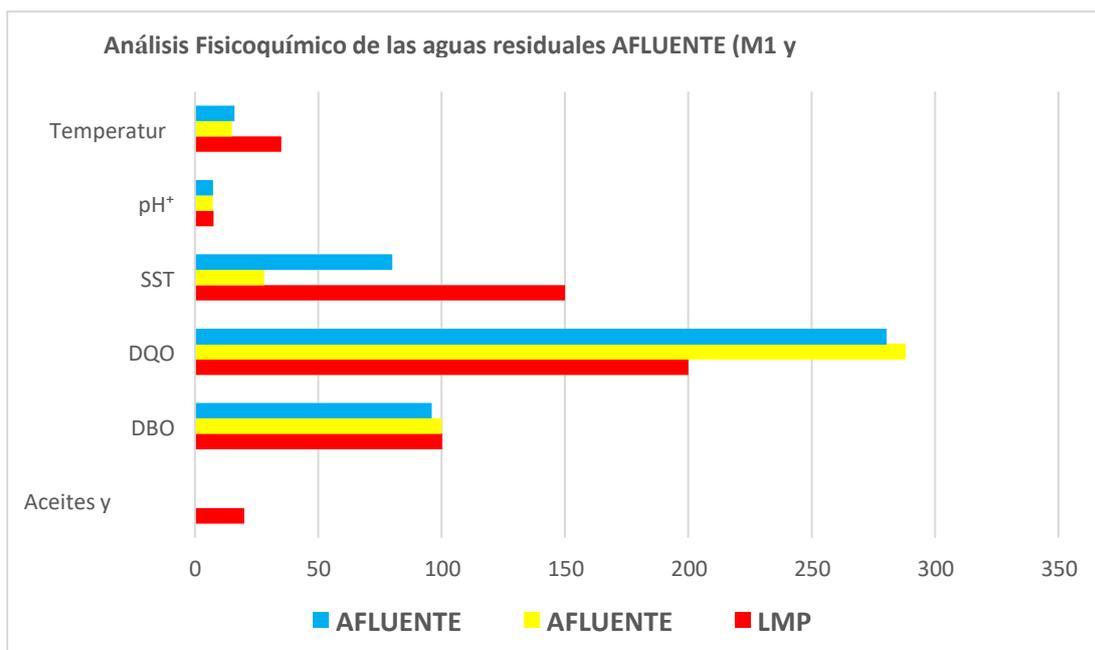
**Tabla 16**

*Análisis fisicoquímico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - Afluentes*

Parámetros	Unidades	AFLUENTE	
		M1 (laguna de oxidación 01)	M2 (laguna de oxidación 02)
<b>Aceites y grasas</b>	mg/L	0.06	0.22
<b>DBO</b>	mg/L	96.00	100.00
<b>DQO</b>	mg/L	280.00	288.00
<b>SST</b>	mg/L	80.00	28.00
<b>pH<sup>+</sup></b>	Unidad	7.30	7.20
<b>Temperatura</b>	°C	16.00	15.00

**Figura 7**

*Análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el afluente 01 y 02*



Según se observa en la Tabla 17 y figura 08, en los afluentes 1 y 2 (M1 y M2), provenientes de las aguas residuales domesticas que ingresan a las lagunas de oxidación,

según el análisis bacteriológico, los valores reportados de bacterias Coliformes termotolerantes alcanzan en la M1 a NMP  $14 \times 10^{15}$  y en la M2 a NMP  $17 \times 10^{15}$  superando en ambos casos el LMP estipulado por la normativa vigente en el D.S. N°003- 2010-MINAM, que es de 10 000 NMP, lo que indica que estas aguas requieren tratamiento para disminuir la carga bacteriana, caso contrario sería un grave peligro para la salud pública y el medio ambiente.

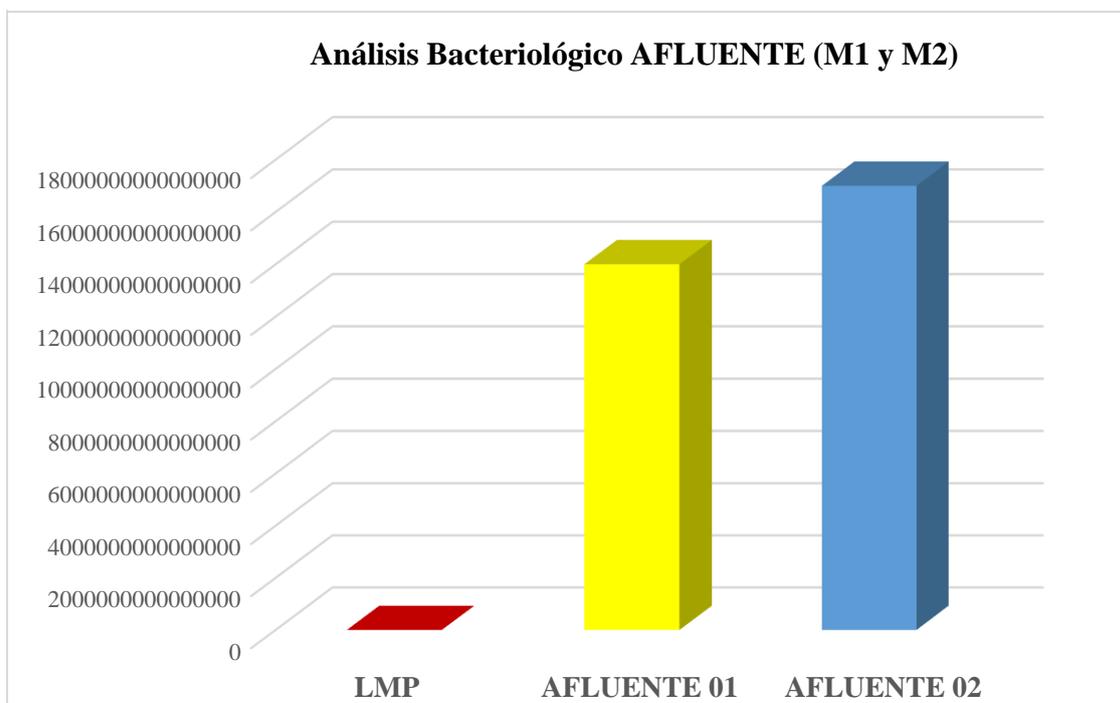
**Tabla 17**

*Análisis bacteriológicos de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy -Afluentes*

Parámetros	LMP (D.S.003-2010- MINAM)	Unidades	AFLUENTE	
			M1 (laguna de oxidación 01)	M2 (laguna de oxidación 02)
<b>Coliformes termotolerantes</b>	10 000	NMP/100ml	$14 \times 10^{15}$	$11 \times 10^{15}$

**Figura 8**

*Análisis bacteriológico de las aguas residuales en el afluente 01 y 02*



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.

Según se observa en la Tabla 18 y figura 9 para la concentración de los efluentes M3 y M4, en el efluente M3 (laguna de oxidación 01) de las aguas residuales domesticas

tratadas mediante lagunas de oxidación supera el LMP, para el parámetro de Demanda Química de Oxígeno (cantidad 316.80 mg/L) por lo cual se demuestra que en la laguna de oxidación N° 01 no existe un proceso de tratamiento de las aguas residuales a diferencia de la laguna de oxidación N° 02 donde si hay una disminución dentro de la demanda química de oxígeno llegando a un valor por debajo de los límites máximos permisibles.

**Tabla 18**

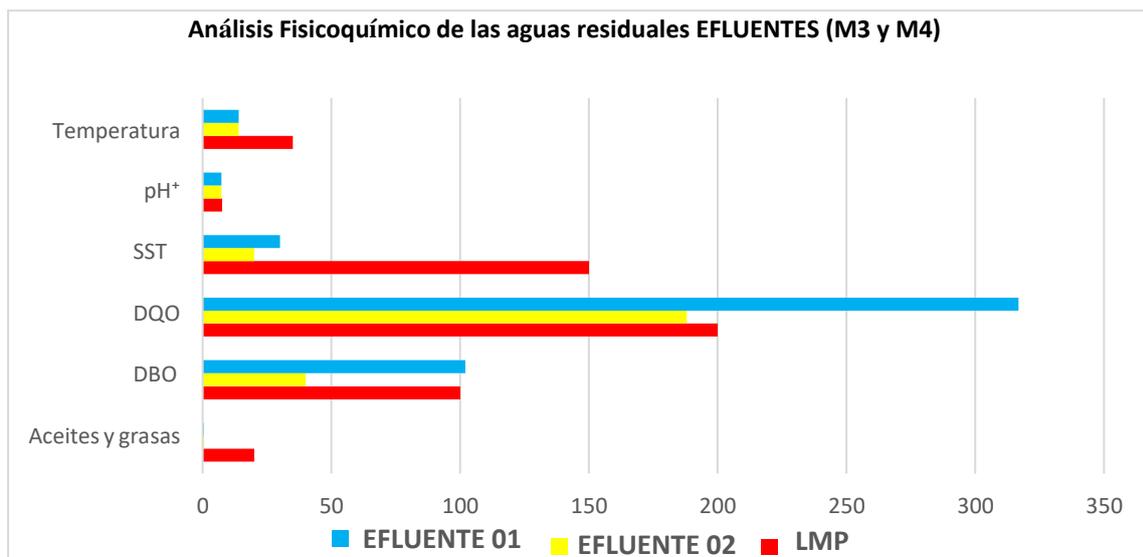
*Análisis fisicoquímico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - Efluentes*

Parámetros	LMP (D.S.003-2010- MINAM)	Unidades	EFLUENTE	
			M3 (laguna de oxidación 01)	M4 (laguna de oxidación 02)
Aceites y grasas	20	mg/L	0.41	0.45
DBO	100	mg/L	102.00	40.00
DQO	200	mg/L	316.80	188.00
SST	150	mg//L	30.00	20.00
pH <sup>+</sup>	6.5-8.5	Unidad	7.30	7.30
Temperatura	<35	°C	14.00	14.00

Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.

**Figura 9**

*Análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el Efluente 01 y 02*



Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio, 2020

Según se observa en la Tabla 19 y figura 10 la concentración del afluente y el respectivo resultado en los efluentes M3(laguna de oxidación 01) y M4(laguna de oxidación 02) de las aguas residuales domesticas tratadas mediante lagunas de oxidación, supera el LMP que estipula la normativa

vigente en el D.S. N°003- 2010-MINAM, para el parámetro de coliformes termotolerantes (cantidad:  $17 \times 10^{14}$  y  $13 \times 10^{13}$  respectivamente) debido al corto tiempo que tiene para la retención de las aguas residuales y falta de un adecuado tratamiento mediante un sistema de cloración para su desinfección; aunque se nota una disminución con respecto a los afluentes de las lagunas de oxidación N° 01 y 02 estas no llegan a estar dentro de los normado con respecto a los límites máximos permisibles.

**Tabla 19**

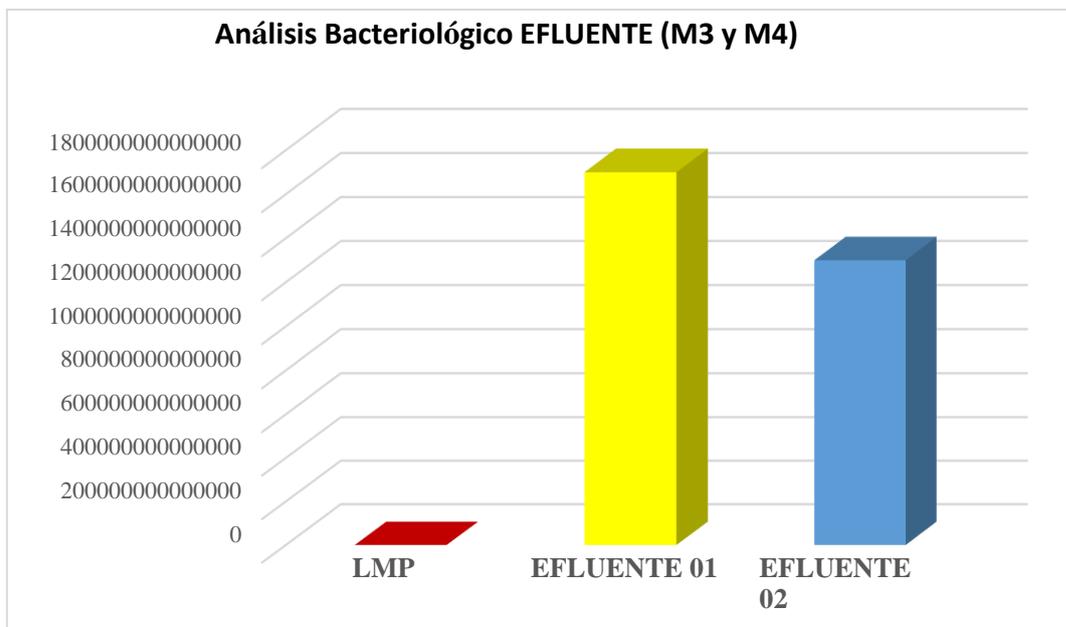
*Análisis bacteriológico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy. Efluentes*

<b>Parámetros</b>	<b>LMP</b>	<b>Unidades</b>	<b>EFLUENTE</b>	
	<b>(D.S.003-2010-MINAM)</b>		M3 (laguna de oxidación 01)	M4 (laguna de oxidación 02)
<b>Coliformes termotolerantes</b>	10000	NMP/100ml	$17 \times 10^{14}$	$1 \times 10^{13}$

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio, 2022.*

**Figura 10**

*Análisis bacteriológico de las aguas residuales en los efluentes*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022*

Según se aprecia en laTabla 20 y figura 12, la concentración de los efluentes y los respectivos resultados en el punto de vertimiento M5 (laguna de oxidación 01 y 02) de las aguas residuales domesticatratadas mediante lagunas de oxidación, NO superan los LMP

y en el caso del parámetro de Demanda Química de Oxígeno (cantidad 136 mg/L) está por debajo de los límites máximos permisibles.

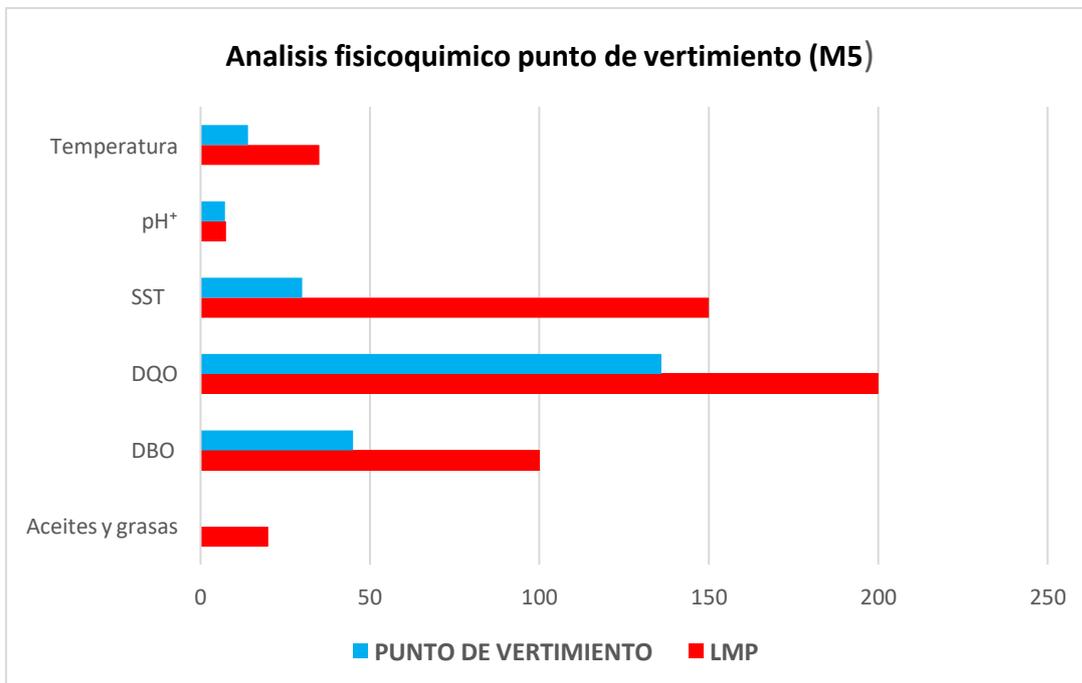
**Tabla 20**

*Análisis fisicoquímico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - Vertimiento.*

Parámetros	LMP (D.S.003-2010- MINAM)	Unidad	VERTIMIENTO AL RÍO HATUN MAYO
			M5 (Laguna de oxidación 01 y 02)
<b>Aceites y grasas</b>	20	mg/L	0.11
<b>DBO</b>	100	mg/L	45
<b>DQO</b>	200	mg/L	136
<b>SST</b>	150	mg/L	30
<b>pH<sup>+</sup></b>	6.5-8.5	Unidad	7.20
<b>Temperatura</b>	<35	°C	14

**Figura 11**

*Análisis fisicoquímico de las aguas residuales en el Punto de vertimiento*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio, 2022.*

Según se observa en la Tabla 21 y figura 13 el valor obtenido para coliformes termotolerantes en el punto de vertimiento M5 de las aguas residuales domésticas tratadas mediante lagunas de oxidación, supera el LMP que estipula la normativa vigente en el D.S.

N°003- 2010-MINAM para el parámetro de coliformes termotolerantes (cantidad:  $>11 \times 10^{12}$ ) con respecto a los resultados de los afluentes M1 y M2 así como también los efluentes M3 y M4 se nota una disminución de la presencia de coliformes termotolerantes, sin embargo sigue siendo muy alto la concentración por lo cual no está dentro de los LMP y se considera que las aguas residuales descargadas contaminan en gran medida las aguas del río Hatun mayo.

**Tabla 21**

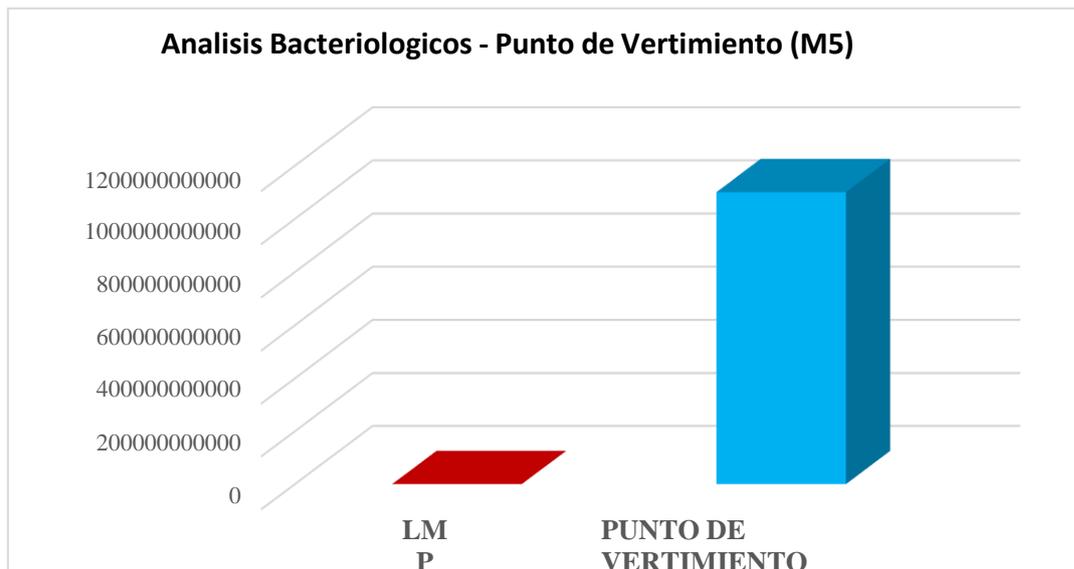
*Análisis bacteriológico de las aguas residuales de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy - Vertimiento.*

Parámetros	LMP (D.S.003-2010-MINAM)	Unidades	VERTIMIENTO AL RÍO HATUN MAYO M5 (laguna de oxidación 01 y 02)
<b>Coliformes termotolerantes</b>	10 000	NMP/100ml	<b>11 x10<sup>12</sup></b>

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

**Figura 12**

*Análisis Bacteriológico de las aguas residuales en el Punto de Vertimiento*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022*

#### **4.2 CALIDAD DE AGUA DEL RÍO HATUN MAYO ANTES Y DESPUES DEL VERTIMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

En la Tabla 22 y figura 14 se observa que el Oxígeno Disuelto (7 mg/L), pH<sup>+</sup> (7), sulfatos (192 mg/L), cloruros (49.7 mg/L), conductividad eléctrica (1040 uS/cm), aceites y

grasas (0.03 mg/L), nitrógeno total (31 mg/L), alcalinidad (305 mg/L) y sólidos totales suspendidos (25 mg/L) se hallan dentro de los ECAs. No siendo el caso en la DBO (42 mg/L), DQO (128 mg/L), temperatura (12°C), fosfatos (1.62 mg/L) y dureza total (450 mg/L) puesto que se encuentran por encima de los ECAs, determinando así que las aguas del río Hatun Mayo antes del punto de vertimiento de las aguas residuales de las lagunas de oxidación se ven alteradas por ello no están aptas para Riego y Bebida de Animales, normados por el D.S. N°004-2017-MINAM.

**Tabla 22**

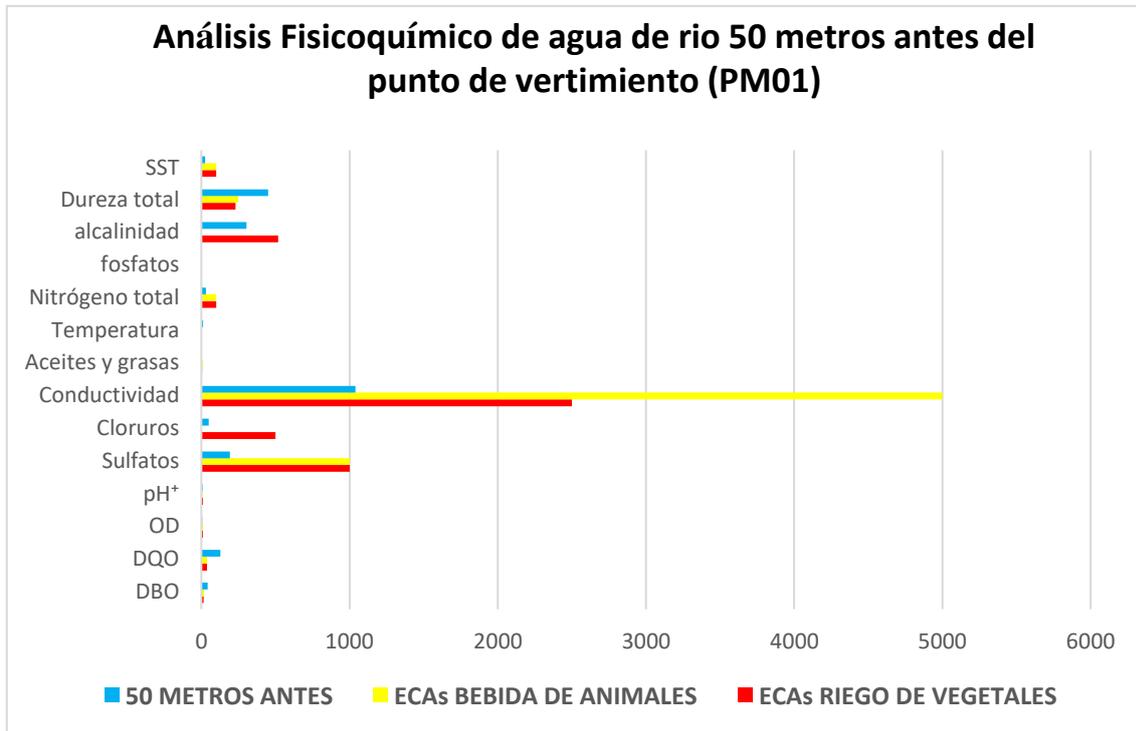
*Análisis fisicoquímico del agua de río Hatun Mayo antes del punto de vertimiento de aguas residuales*

<i>Parámetros</i>	<b>ECAS PARA AGUA: CATEGORIA 3. (D.S. N°004-2017-MINAM)</b>		<b>Unidad</b>	<b>PM1</b>
	D1: RIEGO DE VEGETALES	D2: BEBIDA DE ANIMALES		
<b>DBO</b>	15	15	mg/L	<b>42</b>
<b>DQO</b>	40	40	mg/L	<b>128</b>
<b>OD</b>	≥ 4	≥ 5	mg/L	7
<b>pH<sup>+</sup></b>	6.5-8.5	6.5-8.4	Ud de ph	7.6
<b>Sulfatos</b>	1000	1000	mg/L	192
<b>Cloruros</b>	500	**	mg/L	49.7
<b>Conductividad</b>	2500	5000	uS/cm	1040
<b>Aceites y grasas</b>	5	10	mg/L	0.03
<b>Temperatura</b>	Δ3	Δ3	°C	12
<b>Nitrógeno total</b>	100	100	mg/L	31
<b>Fosfatos</b>	0.05	0.05	mg/L	<b>1.62</b>
<b>alcalinidad</b>	518	**	mg/L	305
<b>Dureza total</b>	230	250	mg/L	<b>450</b>
<b>SST</b>	≤ 100	≤ 100	mg/L	25

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio, 022.*

**Figura 13**

*Análisis fisicoquímico del agua de río Hatun Mayo antes del punto de vertimiento.*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

En la Tabla 23 y figura 14 se muestra los análisis bacteriológicos de agua del río Hatun Mayo 50 metros antes (PM1) del punto de vertimiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación, se evidencia que en dicho punto donde se muestreó, la cantidad de coliformes termotolerantes supera de gran manera los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) que son normados por el D.S. N°004-2017-MINAM., el valor alcanza a  $11 \times 10^6$  NMP/100 ml, por lo cual bacteriológicamente se considera que las aguas del Río Hatun Mayo antes del punto de vertimiento SON NO APTAS para el riego de especies vegetales y bebida de animales, esto nos advierte la presencia de agentes externos con carga contaminante que desembocan en las aguas del río ya mencionado.

**Tabla 23**

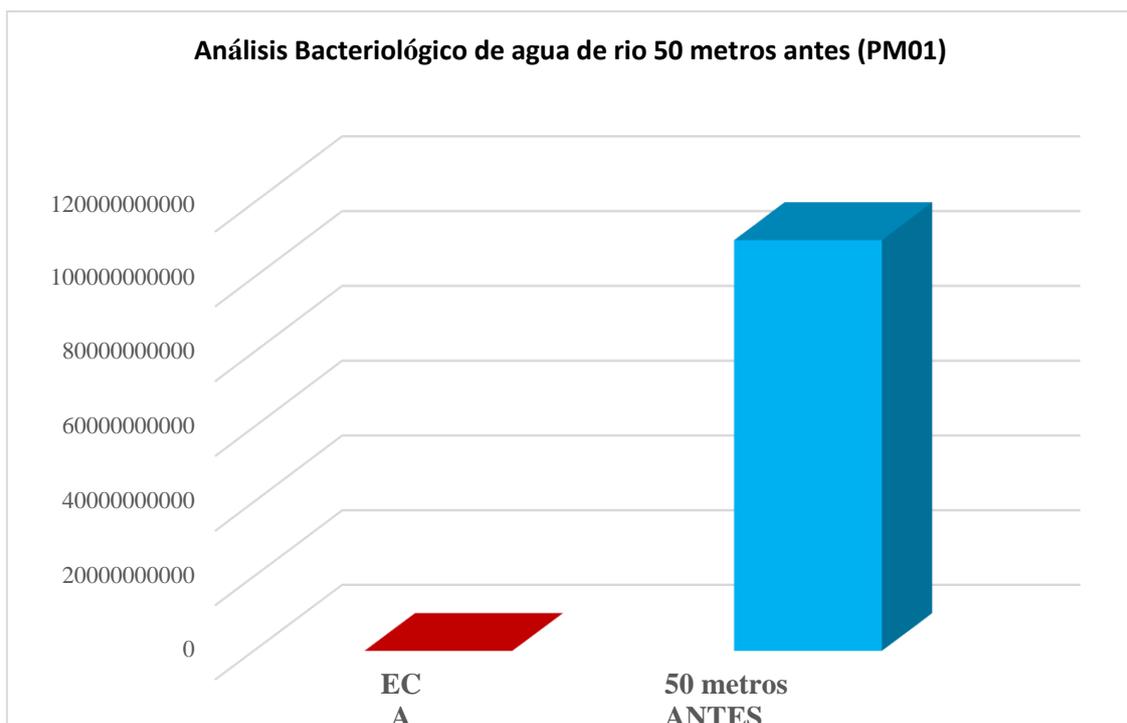
*Análisis bacteriológico del agua de río Hatun Mayo antes del punto de vertimiento de aguas residuales.*

Parámetros	ECAS PARA AGUA: CATEGORIA 3 (D.S. N°004-2017-MINAM)			PM1
	D1: RIEGO DE VEGETALES	D2: BEBIDA ANIMALES	DE	50m antes del punto de vertimiento
<b>Coliformes termotolerantes</b>	2000	1000	NMP/100	<b>11 x10<sup>6</sup></b>

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

**Figura 14**

*Análisis bacteriológico de las aguas del río Hatun Mayo 50 metros antes del punto de vertimiento de aguas residuales*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

En la Tabla 24 y figura 16 se observa que el Oxígeno Disuelto (7 mg/L), pH<sup>+</sup> (7.5), sulfatos (288 mg/L), cloruros (62.10 mg/L), conductividad eléctrica (1060 uS/cm), aceites y grasas (0.03 mg/L), nitrógeno total (43.40 mg/L), alcalinidad (305 mg/L) y solidos totales suspendidos (25 mg/L) se hallan dentro de los (ECAs ) Estándares de Calidad de Agua.

No siendo el caso en la DBO (30 mg/L), DQO (90 mg/L), temperatura (13°C), fosfato (1.40 mg/L) y dureza total (550 mg/L) puesto que se encuentran por encima de los ECAs, determinando así que las aguas del río Hatun Mayo después del punto de vertimiento de las aguas residuales de las lagunas de oxidación se ven altamente contaminadas, por ello no están aptas para Riego y Bebida de Animales normados por el D.S. N°004-2017- MINAM.

**Tabla 24**

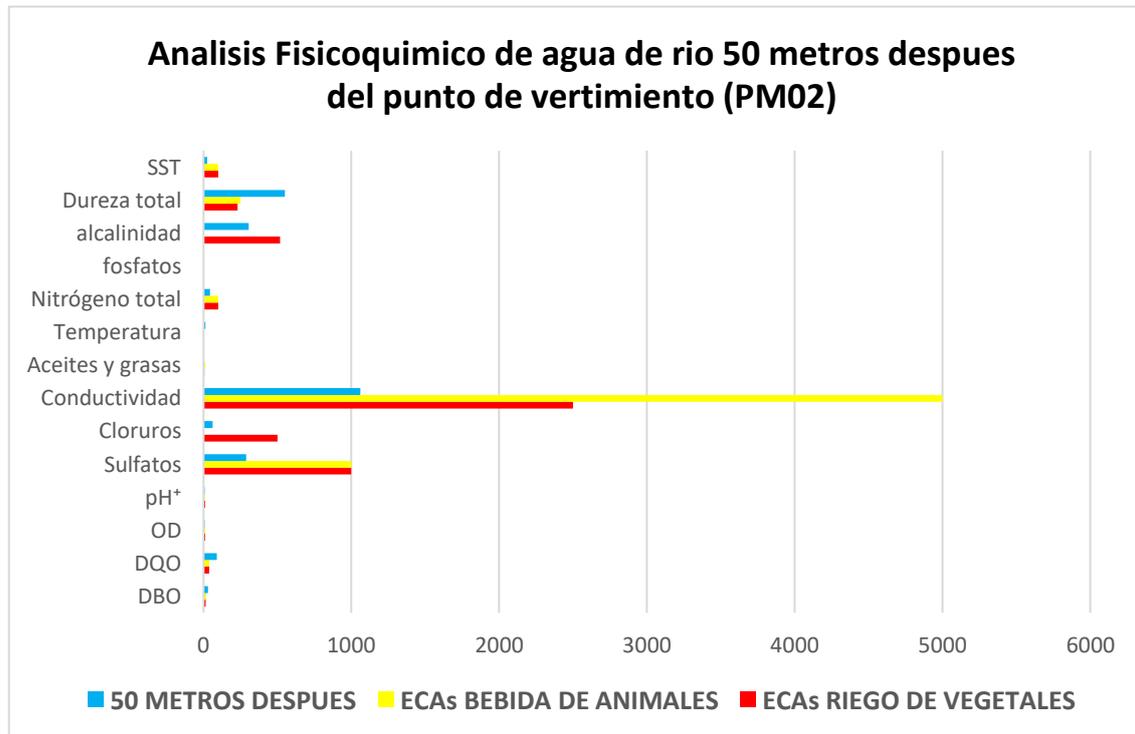
*Análisis fisicoquímico del agua de río Hatun Mayo después del punto de vertimiento de aguas residuales.*

<i>Parámetros</i>	<b>ECAS PARA AGUA: CATEGORIA 3 (D.S. N°004- 2017-MINAM)</b>		<b>Unidad</b>	<b>PM2</b>
	D1: RIEGO DE VEGETALES	D2: BEBIDA DE ANIMALES		
<b>DBO</b>	15	15	mg/L	<b>30.00</b>
<b>DQO</b>	40	40	mg/L	<b>90.00</b>
<b>OD</b>	≥ 4	≥ 5	mg/L	7.00
<b>PH</b>	6.5-8.5	6.5-8.4	Ud de pH	7.50
<b>Sulfatos</b>	1000	1000	mg/L	288.00
<b>Cloruros</b>	500	**	mg/L	62.10
<b>Conductividad</b>	2500	5000	uS/cm	1060.00
<b>Aceites y grasas</b>	5	10	mg/L	0.03
<b>Temperatura</b>	Δ3	Δ3	°C	13.00
<b>Nitrógeno total</b>	100	100	mg/L	43.40
<b>fosfatos</b>	0.05	0.05	mg/L	<b>1.40</b>
<b>Alcalinidad</b>	518	**	mg/L	305.00
<b>Dureza total</b>	230	250	mg/L	<b>550.00</b>
<b>SST</b>	≤ 100	≤ 100	mg/L	25.00

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

**Figura 15**

*Análisis Físicoquímico de las aguas del río Hatun Mayo 50 metros después del punto de vertimiento de aguas residuales*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

En la Tabla 25 y figura 17 se muestra los análisis bacteriológicos de agua del río Hatun Mayo 30 metros después (PM2) del punto de vertimiento de las aguas residuales en las lagunas de oxidación, se evidencia que la cantidad de coliformes termotolerantes supera de gran manera los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) que son normados por el D.S. N°004-2017-MINAM., el valor alcanza a  $11 \times 10^6$  NMP/ 100 ml. Por lo tanto, bacteriológicamente se considera que las aguas del río Hatun Mayo después del punto de vertimiento SON NO APTAS para riego de especies vegetales y bebida de animales, esto nos indica que no existe un buen funcionamiento de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy.

**Tabla 25**

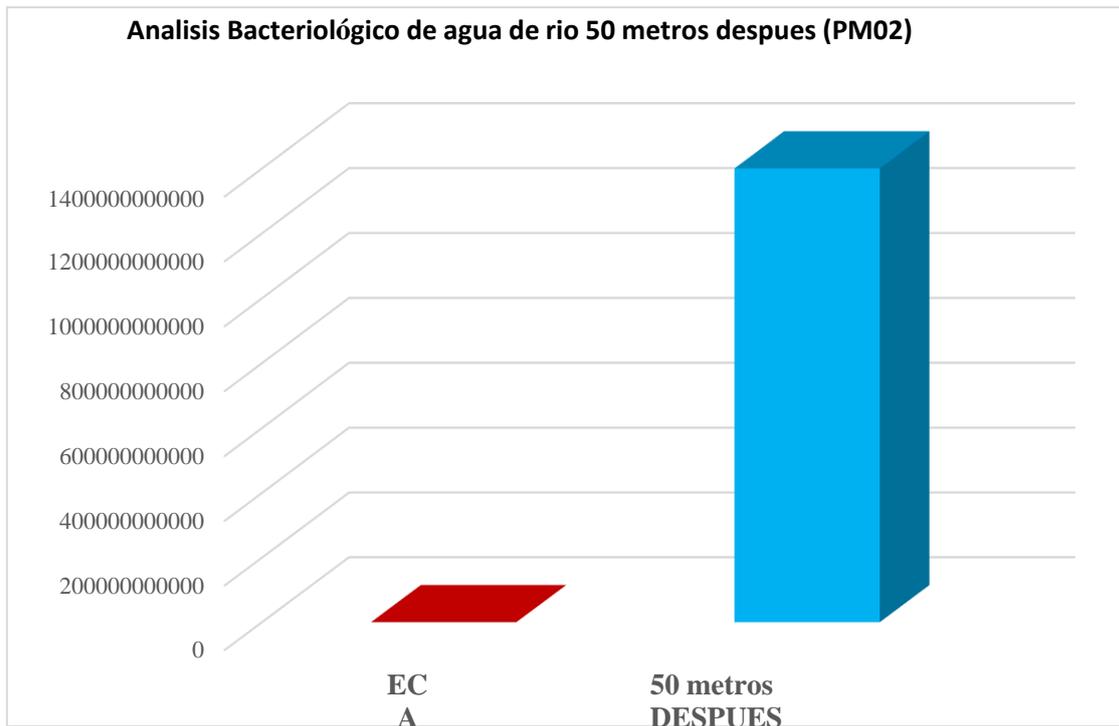
*Análisis bacteriológico del agua de río Hatun Mayo después del punto de vertimiento de aguas residuales*

<i>Parámetros</i>	<b>ECAS PARA AGUA: CATEGORIA 3. (D.S. N°004-2017-MINAM)</b>		<b>Unidad</b>	<b>PM2</b>
	D1: RIEGO DE VEGETALES	D2: BEBIDA DE ANIMALES		
<b>Coliformes termotolerantes</b>	2000	1000	NMP/100	50M después del punto de vertimiento <b>14 x10<sup>6</sup></b>

*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

**Figura 16**

*Análisis Bacteriológico de las aguas del río Hatun Mayo 50 metros después del punto de vertimiento de aguas residuales*



*Fuente: Elaboración propia en base a los datos obtenidos en el laboratorio , 2022.*

## DISCUSIONES

En el presente trabajo se evaluó las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales tratadas mediante lagunas de oxidación y los efectos del vertimiento en la calidad del agua del río Hatun Mayo por lo cual se compara los resultados encontrados en la investigación con anteriores investigaciones, marco teórico y estándares exigidos por las diferentes organizaciones.

Las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas residuales domésticas; la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) muestra 2 –efluente 1 supera en 2 mg/L los LMP, la demanda química de oxígeno (DQO) supera en 80 mg/L los LMP (M1 – Afluente1), 88 mg/L (M2 - Afluente 2) y 116.8 (M3- efluente 1). Además, los valores de coliformes totales en las 5 muestras (M1, M2, M3, M4, M5) superan o se encuentran por encima de los LMP y ECAs para uso de riego de especies vegetales, así como también para la bebida de los animales, los valores son mayores a 1000 (bebida de animales), 2000 (riego de vegetales) y 10000 (aguas residuales) NMP. Los resultados resumen en alta concentración de DQO en el AFLUENTE 01 Y 02 y en el EFLUENTE 01 de las aguas residuales por lo cual existe un alto grado de contaminación; en el caso de los coliformes termo tolerante se obtuvo como resultado valores superiores en todas las muestras (M1, M2, M3, M4, M5, M6 y M7). En otro estudio realizado por Rodríguez, et al (2017) Huaro, Quispicanchis-Cusco, la concentración de los coliformes termo tolerantes en los puntos de muestreo (efluente, afluente y punto de vertimiento) de las aguas residuales supero los LMP (10000NMP), por lo que su presencia indica contaminación en el agua residual, presencia de bacterias que causan enfermedades. Sin embargo

Cayllahua Caceres, (2022) evaluó muestras de agua residual tratada en el punto de descarga de la PTAR Sicuani hacia el río Vilcanota en el que obtuvo resultados; BDO (90.49% a 98.53%), DQO (86.47% a 96.91%), aceites y grasas (83.17% a 98.22%), sólidos totales en suspensión (73.80% a 88.75%) y (99.9996% a 100 %) para coliformes

Termotolerantes por lo que, el índice de calidad del agua del río Vilcanota es regular para uso agrícola.

Para el segundo objetivo específico, calidad del agua del río Hatun Mayo; la demanda bioquímica de oxígeno (DBO) PM1 (antes del vertimiento) y PM2 (después del vertimiento), supera en 27 mg/L y 15 mg/L los ECAS respectivamente, la demanda química de oxígeno (DQO) PM1 (antes del vertimiento) y PM2 (después del vertimiento), supera en 88 mg/L y 50 mg/L los ECAS respectivamente.

Los valores de coliformes totales en las 2 muestras (PM1 y PM2) superan o se encuentran por encima de los ECAS, son mayores a 1000 y 2000 NMP. Los resultados se resumen en alta concentración de DBO y DQO en el agua del río Hatun mayo, el agua se encuentra contaminada para el consumo de animales, así como riego de vegetales. Antes y después del vertimiento los valores reducen en 12 mg/L para DBO y 38 mg/L para DQO. Lo propio para la interpretación de los anteriores resultados, se utiliza los Estándares de Calidad Ambiental considerados en el D.S. 004-2017 (MINAM)

Así mismo, Infante Zambrano y Tacilla Culqui. (2019), encontraron alta concentración de coliformes termotolerantes (530 000 nm/100 ml y 348 000 nm/100 ml; 530Nm/100mly 5 398 000 nm/100 ml) sobrepasando los LMP y los ECAs en el río Cajamarquino (Cajamarca). Estos resultados, son similares a la investigación de Padrana Pérez (2017), donde los parámetros microbiológicos del río Moquegua superan a las ECA, en ambos casos existe una deficiencia en el tratamiento en las lagunas de oxidación.

Los parámetros encontrados nos indican un efecto negativo de las aguas residuales en el agua del río Hatun Mayo siendo no aptas para el proceso de riego de vegetales y la bebida de animales; Asimismo, Ídem, encontró que la planta de tratamiento de aguas residuales tiene un efecto negativo en el río Cajamarquino. Rodríguez Samchez. et al (2017) el tratamiento de las aguas residuales domesticas de la localidad de Huaro mediante laguna

de oxidación tiene un riesgo sanitario medio, bacterió lógicamente son consideradas no aptas, por lo tanto, no pueden ser empleadas para ~~ris~~ de riego de vegetales, son altamente contaminantes. Del mismo modo, Mamani Tacusi, & Quispe Guillen. (2013) encontraron que los parámetros fisicoquímicos y bacterió lógicos de caudal del efluente residual de las lagunas de oxidación superan los ECAs, siendo no aptas para riego de vegetales ni para bebida de animales.

En tanto, Joachin Huaman, & Palomino Río s. (2019) prueban la operatividad y eficiencia del tanque séptico de la planta de tratamiento de aguas residuales de tipo humedal artificial, mediante análisis de resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Afirmando que puede reusar para riego de plantas de tallo alto. Vargas K.N. et al (2020), también descarta la viabilidad del costo económico de los sistemas que imitan procesos naturales como las balsas de sedimentación y humedales artificiales, que han mostrado los mejores rendimientos económicos, funcionales y operativos. Las lagunas de oxidación son embalses que se construyen excavando y compactando el suelo para almacenar agua de cualquier calidad durante un tiempo determinado (Blas Bazalar J.C., 2020); considerando que existe una mejor eficiencia en los tanques sépticos que en las balsas de sedimentación y lagunas de oxidación.

## CONCLUSIONES

- Respecto a las características de las aguas residuales domesticas procedentes de las lagunas de oxidación de la localidad de Poroy, de acuerdo con los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en el afluente y efluente los valores para DQO y coliformes termotolerantes superan los límites máximos permisibles de acuerdo con la normativa nacional (D. S. 003-2010-MINAM), demostrando que el funcionamiento de las lagunas de oxidación es deficiente.
- Según los análisis fisicoquímicos de las aguas del río Hatun Mayo 50 metros antes y después del punto de vertimiento de aguas residuales provenientes de las lagunas de oxidación, los valores de DBO, DQO, fosfatos y dureza total superan los estándares de calidad ambiental-ECA para aguas categoría es 3 de acuerdo al D.S. 004-2017-MINAM.

Para el análisis bacteriológico antes del vertimiento el valor de Coliformes termotolerantes alcanza  $11 \times 10^6$  NMP/100 ml y después del vertimiento el valor se incrementa a  $14 \times 10^6$  NMP/ 100 ml, para riego de vegetales el valor es de 2000 NMP/100 ml y para bebida de animales es 1000 NMP/100 ml considerándose estándar de calidad de agua NO APTO.

## RECOMENDACIONES

Por parte de la Municipalidad Distrital de Poroy se requiere la implementación de proyecto de construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales, así mismo de un plan de manejo.

La planta de tratamiento de aguas residuales de Poroy debe tener un tanque de cloración para el tratamiento final con la consigna de asegurar la remoción y reducir la carga contaminante bacteriológica y virológica y de esta manera cumplir eficientemente con la normativa vigente nacional y estándares de operación.

Realizar estudios para implementar tecnología de biorremediación, que incrementen la eficiencia de las lagunas de oxidación

Reforestar las zonas aledañas a las lagunas de oxidación para lograr la mitigación de los malos olores.

## BIBLIOGRAFIA

- Achircama Mamani, P., & Mesta Castro, A. (2019). *Evaluación de la eficiencia de un reactor combinado RAFA-FAFA en el tratamiento de aguas residuales municipales en la localidad de Espinar – Cusco*. [Tesis pre grado] Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/10613>
- Alegre Palomino, C. (2017) *Eficiencia de la laguna de maduración con mamparas de la planta de tratamiento de aguas residuales de la central hidroeléctrica Machupichu*. [Tesis pre grado]. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Andrade Yucra, R., (2020). *Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales distrito de Macusani, región Puno- 2020*. [Tesis pre grado] Universidad Privada San Carlos.
- Auccatinco Hirpahuanca, R. (2021). *Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de cusipata, provincia Quispicanchis-Cusco*. Tesis de titulación
- Autoridad Nacional del Agua. (2020). *Glosario de terminos utilizados en la ley de recursos hídricos*. Lima: ANA.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Guía Técnica Para Reúso Municipal de Aguas Residuales Tratadas en el riego de Áreas Verdes de Lima Metropolitana*. [http://observatorio.chirilu.ana.gob.pe/sites/default/files/Archivos/8.%20Gu%C3%ADa%20ReuSMART%20ANA\\_GIZ\\_2018.pdf](http://observatorio.chirilu.ana.gob.pe/sites/default/files/Archivos/8.%20Gu%C3%ADa%20ReuSMART%20ANA_GIZ_2018.pdf)
- Autoridad Nacional del Agua. (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua ica-pe, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. <https://www.ana.gob.pe/publicaciones/metodologia-para-la-determinacion-del-indice-de-calidad-de-agua-ica-pe-aplicado-los>
- Ayte Turpo, A. (2017). *Determinación del grado de contaminación del río Huaro por vertimientos de aguas residuales, Quispicanchi-Cusco*. [seminario ] UNSAACBlas
- Balazar, J.C., (2020). *Tratamiento de aguas residuales y lodo residuales*. Lima: Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento.

- Butler, E., Hung, Y.-T., Suleiman, M., Yu-Li, R., Huey Liu, R., & Pei Fu, Y. (2017). Oxidation pond for municipal wastewater treatment. *Appl Water Sci*, 7, 31-51. doi:DOI 10.1007/s13201-015-0285-z
- Carpio Calientes L.R., & Celis Gomez L.R., (2019). *Tratamiento fisico quimico y su posible reuso del agua residual proveniente del lavado de fibras proteicas para cumplir con los ovinos*. [Tesis pre grado]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. file:///C:/Users/ESCUELA%20DE%20BIOLOGIA/Downloads/IQdcalr.pdf
- Carrasco, S. (2019). *Metodología de la Investigación Científica: Pautas metodológica para diseñar y elaborar el proyecto de investigación*. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.
- Cayllahua Caceres, N., (2022). *Evaluación de la PTAR Sicuani y su impacto de la calidad del agua del río Vilcanota*. *Informe técnico*. [Tesis pre grado]
- CNA. (1996). *Diseño de Lagunas de Estabilización*. Subdirección General Técnica, Gerencia de Ingeniería Básica y Normas Técnicas. Comisión Nacional del Agua.
- Comisión Nacional de Derechos. (2018). *Estudio sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*. México: [Tesis pre grado] Universidad Nacional Autónoma de México.
- Giraldo Melo, D., & Ospina Losada J. D., (2021) *Evaluación del desempeño de la planta de tratamiento de aguas residual (PTAR) del municipio de Chia-Cundinamarca*. [Tesis pre grado] Universidad Santo Tomas Bogota.
- DÍAZ-BÁEZ, M.; Espitia, S. y Molina, F. (2002) *Digestión Anaerobia una Aproximación a la Tecnología*. UNIBIBLIOS. Bogotá, Colombia
- Hirpahuanca Aucatenco, R. (2021). *Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales en el distrito de Cusipata, provincia Quispicanchi – Cusco* [Tesis pre grado] Universidad Continental [https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/10028\\_informe-tecnico-no-a7089-evaluacion-geologica-y-geodinamica-en-el-sector-apv-20-de-enero-distrito-Poroy-provincia-cusco-region-cusco.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca/10028_informe-tecnico-no-a7089-evaluacion-geologica-y-geodinamica-en-el-sector-apv-20-de-enero-distrito-Poroy-provincia-cusco-region-cusco.pdf)
- Infante Zambrano, N.M, & Tacilla Culqui, T.J., (2019). *Influencia del vertimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en la calidad de agua del río Cajamarquino - Llacanora*, 2017. [ Tesis de grado] Universida Privada del Norte, Cajamarca.

- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (2020). Evaluación geológica y geodinámica en el sector APV 20 de enero. Distrito Poroy, provincia y región Cusco. Informe técnico N° A7089
- Instituto nacional de estadística e informática (2018). Resultados definitivos, Cuadros estadísticos de población, vivienda y hogar. Lima, TOMO V
- Joachin Haman, A., & Palomino Ríos, J.L. (2019) *Eficiencia de remoción de aguas residuales domesticas mediante humedales artificiales de flujo subsuperficial en el sector de Angostura – distrito de Saylla – Cusco*. [ Tesis de grado] Universidad nacional San Antonio Abad del Cusco
- Joyero, S. (2022). Guía oposición de operario de servicios múltiples con la categoría de peón. Madrid: Juevana.
- Laríos Meoño, F., González Taranco, C., y Morales Olivares, Y. (2016). Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. *Saber Y Hacer*.
- Lara Garcia, A. (2010) *Planificación y Gestión Autónoma de los Servicios Básicos en la Zona Sur de Cochabamba-2010*. Bolivia
- López del Pino, S.J., & Martín Calderon, S. (2017). UF1666 - Depuración de aguas residuales. *España: Editorial Elearning*.
- Mamani Fernandez, Y.L., (2024) *Evaluación de la eficiencia de la planta de tratamiento de aguas residuales del distrito de Ayaviri-2023*. Perú
- Mamani Tacusi, R., & Quispe Guillen, G. (2013) *evaluación de las descargas de aguas residuales en el río Vilcanota, tramo: Sicuani - Ollantaytambo*. [ Tesis de grado] Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Mendez Gutierrez, C. & Dueñas Moreno, J. (2018) Los procesos biológicos de tratamiento de aguas residuales desde una visión convencional. The Biological processes of wastewater treatment from a non-conventional vision, 163(991), 232-284. (artículo, ingeniería hidráulica y ambiental, vol xxxix, n° 3)
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2013). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales - PTAR. R. M. 273 - 2013-Lima*.  
<https://www.gob.pe/institucion/vivienda/normas-legales/13762-273-2013-vivienda>
- Ministerio del Ambiente. (2010). Límites Máximos Permisibles Decreto Supremo N° 003-2010. Lima. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/limites-maximos->

permisibles

- Ministerio del Ambiente. (2015). *Estudio de Desempeño Ambiental 2003-2013*. Lima. Obtenido de <https://www.minam.gob.pe/esda/parte-uno-el-progreso-hacia-el-desarrollo-sostenible/>
- Ministerio del Ambiente. (2017). Estandares de Calidad Ambiental. Decreto Supremo 004-2017-MINAM. Lima. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
- Ministerio del ambiente. (2019). *Mapa nacional de ecosistemas del Perú: memoria descriptiva*  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/309735/Memoria\\_descriptiva\\_mapa\\_Nacional\\_de\\_Ecosistemas.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/309735/Memoria_descriptiva_mapa_Nacional_de_Ecosistemas.pdf)
- Mogens H., & Comeau, Y. (2017). Caracterización de las aguas residuales. En G. Goseet- Los Microorganismos como Biofabricantes (Ed.), *Tratamiento biológico de aguas residuales: Principios, modelación y diseño*, Ciencias academia Mexicana de Ciencias, p.35-56
- Municipalidad Distrital de Poroy. (2020). *Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres del distrito de Poroy al 2023*.
- Municipalidad Distrital de Poroy. (2022). *Mejoramiento de la promoción y comercialización de productos agropecuarios, y artesanales del distrito de Poroy, provincia Cusco, región Cusco. Memoria descriptiva*.
- Municipalidad Provincial del Cusco. (2019). *Plan de Desarrollo Urbano del Cusco es el principal instrumento de gestión del territorio al 2023*.
- Muñoz Vicenta, A., & Álvarez Rodríguez, J. (2018). Bases de la Ingeniería Ambiental. Madrid: UNED.
- Noikondee, R., Chunkao, K., Bualert, S., & Pattamapitoon, T. (2019). Evaluation of Dissolved Oxygen Stratification in an Oxidation Pond for Community Wastewater Treatment through King's Royally Initiated "Nature by Nature" Process. *EnvironmentAsia*, 12(1), 169-177. doi:DOI 10.14456/ea.2019.19
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U.

- Organismo de Evaluación Y Fiscalización Ambiental. (2016). *La fiscalización ambiental vinculada a las aguas*.
- Pradana Perez, J. A., & García Aviles, J. (2018). *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Madrid: UNED.
- Presidencia del Consejo de Ministros CEPLAN información de brechas existentes en el territorio en los siguientes temas priorizados: saneamiento y electricidad, salud, educación, empleo, actividad económica y medio ambiente - INEI CENSO 2017. Obtenido de: <https://www.ceplan.gob.pe/informacion-de-brechas-territoriales/>
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas. (2017). *Aguas residuales el recurso desaprovechado*. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1\\_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1_15.247647s.pdf)
- Rodríguez, I. M. (2017). *Eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de la localidad de Huaro, provincia Quispicanchi- Cusco*. Cusco, Perú: Universidad nacional de san Antonio abad del Cusco, .
- Rodriguez, Sanchez. I., Zamalloa Acurio , V. E., Taco Palma, P., Calvo Mamani, J., & Aguilar Lopez, M.A. (2017). *Eficiencia de la laguna de oxidación para el tratamiento de aguas residuales domésticas, localidad de Huaro – Cusco*. *Cantua*, 16, 7-25. Obtenido de <http://revistas.unsaac.edu.pe/index.php/cantu/article/view/629/754>
- Rolim Mendonca, S. (2000). *Sistemas de lagunas de estabilización: Cómo utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de riego*. Santafé de Bogotá: McGraw Hill.
- SINIA. (2017). *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias*. Lima: SINIA.
- SINIA. (2020). *Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Lima: SINIA.
- Soto, V. C. (2017). Impacto ambiental por aguas residuales en la laguna de Langui - Layo.
- SUNASS. (2015). *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. Lima: SUNASS.
- SUNASS. (2016). *La calidad del agua potable en el Perú*. Lima: SUNASS.
- UNESCO. (2017). *Aguas Residuales el Recurso Desaprovechado*. París.

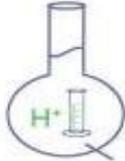
[https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4\\_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/\\$FILE/1\\_15.247647s.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/9A13A8A4E16D102F05258175006A9AD1/$FILE/1_15.247647s.pdf)

Valverde Villareal, J.L., & Perez de Gregorío , J.J. (2018). Manual de toxicología medioambiental forense. *Madrid: Editorial centro de estudios Ramón Areces.*

Vargas, A., Calderón, J., Velásquez, D., Castro, M., & Núñez, D. (2020). *Análisis de los principales sistemas biológicos de tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. Ingeniare Revista chilena de ingeniería*, 315-322.

Xiao, S., Hu, S., Zhang, Y., Zhao, X., & Pand, W. (2018). Influence of sewage treatment plant effluent discharge into multipurpose river on its water quality: A quantitative health risk assessment of *Cryptosporidium* and *Giardia*. *sciencedirect*, 797-805. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.010>

## ANEXOS: RESULTADOS DE LOS ANALISIS



# MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE  
 RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776

Norma N° 0233-A-22

## ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL AGUA PARA CALIDAD AMBIENTAL

**SOLICITA** : Jimmy Joel Fartán Quispe.

**PROYECTO** : "Evaluación de las aguas residuales domesticas tratadas mediante Lagunas de Oxidación y Efectos del Vertimiento en la calidad del agua del rio Tatun Mayo localidad de Poroy – Cusco"

**DISTRITO** : Poroy

**PROVINCIA** : Cusco

**DEPARTAMENTO** : Cusco

**MUESTRA** : M<sub>1</sub>: Afluente I  
 M<sub>2</sub>: Efluente I  
 M<sub>3</sub>: Vertimiento

**FECHA DE INFORME:** 15/06/2022

### RESULTADOS

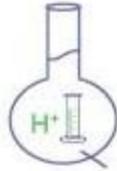
DETERMINACIONES	UNIDAD	M1	M2	M3
pH		7.3	7.3	7.2
Sólidos totales en suspensión SST	mg/L	80	30	30
Oxígeno disuelto OD	mg/L	4.5	3.0	5.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO	mg/L	96	102	45
Demanda Química de Oxígeno DQO	mg/L	280	316.8	136
Turbidez	NTU	100	110	80
Aceites y Grasas	mg/L	0.06	0.41	0.11
Temperatura	°C	16	14	14

**MÉTODO DE ANÁLISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUIMICO  
 REG. COLEGO DE INGENIEROS N° 98188



# MC QUIMICALAB

De: Ing: Gury Manuel Cumpa Gutierrez

LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES

AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776

## INFORME N° LO 0233-C-22

### ANÁLISIS FISCOQUÍMICO DEL AGUA PARA CALIDAD AMBIENTAL

SOLICITA : Jimmy Joel Farfán Quispe.

**PROYECTO** : "Evaluación de las aguas residuales domesticas tratadas mediante Lagunas de Oxidación y Efectos del Vertimiento en la calidad del agua del rio Hatun Mayo localidad de Poroy – Cusco"

**DISTRITO** : Poroy

**PROVINCIA** : Cusco

**DEPARTAMENTO** : Cusco

**MUESTRA** : M<sub>6</sub>: Afluente 2

M<sub>7</sub>: Efluente 2

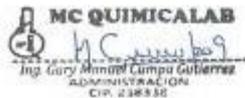
**FECHA DE INFORME:**

**RESULTADOS** :

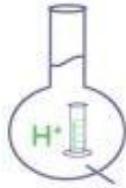
DETERMINACIONES		UNIDAD	M6	M7
pH			7.2	7.3
Sólidos totales en suspensión	SST	mg/L	28	20
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	4.0	4.2
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	100	40
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	288	188
Turbidez		NTU	100	70
Aceites y Grasas		mg/L	0.22	0.45
Temperatura		°C	15	14

**MÉTODO DE ANÁLISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 19180



# MC QUIMICALAB

De: Ing. Gury Manuel Cumpa Gutierrez  
 LABORATORIO DE CIENCIAS NATURALES  
 AGUAS, SUELOS, MINERALES Y MEDIO AMBIENTE

RUC N° 10465897711 - COVIDUC A4 - SAN SEBASTIÁN Cel: 974673993 - 946887776

INFORME N° LO 0233-B-22

## ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL AGUA PARA CALIDAD AMBIENTAL

**SOLICITA :** Jimmy Joel Farfán Quispe.

**PROYECTO :** "Evaluación de las aguas residuales domesticas tratadas mediante Lagunas de Oxidación y Efectos del Vertimiento en la calidad del agua del rio Hatun Mayo localidad de Poroy - Cusco"

**DISTRITO :** Poroy  
**PROVINCIA :** Cusco  
**DEPARTAMENTO :** Cusco  
**MUESTRA :** M<sub>4</sub>: 30m abajo  
 M<sub>5</sub>: 30m arriba

**FECHA DE INFORME:**

**RESULTADOS :**

DETERMINACIONES		UNIDAD	M4	M5
Dureza Total	CaCO <sub>3</sub>	mg/L	550	450
Alcalinidad Total	HCO <sub>3</sub>	mg/L	305	305
Acidez Total	CO <sub>2</sub>	mg/L	12.8	12.8
Cloruros	Cl <sup>-</sup>	mg/L	62.1	49.7
Sulfatos	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	288	192
Conductividad Eléctrica		μS/cm	1060	1040
pH			7.5	7.6
Sólidos totales en suspensión	SST	mg/L	32	25
Oxígeno disuelto	OD	mg/L	7.0	7.0
Demanda Bioquímica de Oxígeno	DBO	mg/L	30	42
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/L	90	128
Nitrógeno Total	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	mg/L	43.4	31
Fosfatos	HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	1.40	1.62
Turbidez		NTU	60	60
Aceites y grasas		mg/L	0.03	0.03
Temperatura		°C	13	12

**MÉTODO DE ANÁLISIS:** Métodos Normalizados para el análisis de aguas potables y residuales publicado conjuntamente por AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA), AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA), WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION (WPCF).

**NOTA:** Los resultados son válidos únicamente para la muestra analizada.



*Mario Cumpa Cayuri*  
**MARIO CUMPA CAYURI**  
 INGENIERO QUÍMICO  
 T.S. COLEGIO DE INGENIEROS N° 16188



**microlab**  
 LABORATORIO MICROBIOLÓGICO  
 Telf: 226773 - RPC, 969 772139  
 LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCIÓN N° 0555-2015-DRSC

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

DATOS GENERALES		
Proyecto:	TESIS: 2 EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRTADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYO LOCALIDAD DE POROY - CUSCO*	
Solicita:	JIMMY JOEL FARFAN QUISPE	
Número de muestra	01	
Comunidad	....	
Sector	....	
Distrito	Poroy	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Fuente	M1: AFLUENTE PTAR 1	
Fecha de obtención de la muestra	09 de mayo del 2022.	
Hora de obtención de la muestra	9.00 am	
<b>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b>
Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml	>14 x 10 <sup>100</sup> NMP/100 ml.	Hasta 10 000 NMP/100 ml

NOTA: Los límites máximos permisibles consideradas en el presente reporte corresponden a efluentes PTAR. LA TOMA DE MUESTRANO FUE REALIZADA POR EL LABORATORIO MICROLAB.

Método de análisis: Número más probable (NMP)  
 Norma Técnica Peruana  
 Ley General de Aguas [Decreto Ley 981752]

16/05/2022

BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.  
  
 Dpto. Elmer Sánchez Cabeza  
 MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA

BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.  
  
 Dpto. Mario M. Escalante  
 MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ra Etapa)  
 Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8-p.m.  
 (Horario Corrido)

*"Calidad y Rapidez a su Servicio"*



# microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO  
Tel: 229773 - RPC: 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL Minsa RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

DATOS GENERALES		
Proyecto:	TESIS: 2 EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRTADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYO LOCALIDAD DE POROY - CUSCO"	
Solicita:	JIMMY JOEL FARFAN QUISPE	
Número de muestra	02	
Comunidad	.....	
Sector	.....	
Distrito	Poroy	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Fuente	EFLUENTE PTAR 1	
Fecha de obtención de la muestra	09 de mayo del 2022	
Hora de obtención de la muestra	9:00 am	
<b>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b>
Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml	17 x 10 <sup>30</sup> NMP/100 ml.	Hasta 10 000 NMP/100 ml

NOTA: Los límites máximos permisibles considerados en el presente reporte corresponden a efluentes PTAR. LA TOMA DE MUESTRA NO FUE REALIZADA POR EL LABORATORIO MICROLAB.

Método de análisis: Número más probable (NMP)  
Norma Técnica Peruana  
Ley General de Aguas (Decreto Ley Nº17752)

16/05/2022

BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.  
*[Firma]*  
Bjga. Kimber Sandoval Gibaja  
MAESTRO EN BIOTECNOLOGIA

BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.  
*[Firma]*  
Bjga. Ruth M. Escalante  
MAESTRO EN BIOTECNOLOGIA

Urb. Mariscal Camarza 1-D (1ra Etapa)  
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.  
(Horario Corrido)

"Calidad y Rapidez a su Servicio"



# microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel: 229773 - RPC: 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCIÓN N° 0655 2015 DRSC

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

DATOS GENERALES		
Proyecto:	TESIS: 2 EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRTADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYO LOCALIDAD DE POROY - CUSCO*	
Solicita:	JIMMY JOEL FARFAN QUISPE	
Número de muestra	03	
Comunidad	.....	
Sector	.....	
Distrito	Poroy	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Fuente	PUNTO DE VERTIMIENTO	
Fecha de obtención de la muestra	09 de mayo del 2022	
Hora de obtención de la muestra	9.00 am	
<b>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b>
Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml	11 x 10 <sup>20</sup> NMP/100 ml.	Hasta 10 000 NMP/100 ml

NOTA: Los límites máximos permisibles considerados en el presente reporte corresponden a efluentes PTAR. LA TOMA DE MUESTRA NO FUE REALIZADA POR EL LABORATORIO MICROLAB.

Método de análisis: Número más probable (NMP)  
Norma Técnica Peruana  
Ley General de Aguas (Decreto Ley Nº17752)

16/05/2022

BIOERLAB CUSCO S. R.L.  
Bigs. Enc. Ing. M. Zucalante  
M. Zucalante M. Zucalante  
M. Zucalante M. Zucalante  
M. Zucalante M. Zucalante

BIOERLAB CUSCO S. R.L.  
Ing. M. Zucalante  
M. Zucalante M. Zucalante  
M. Zucalante M. Zucalante  
M. Zucalante M. Zucalante

Urb. Mariscal Gamarra 1-D (1ro Etapa)  
Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.  
(Horario Corrido)

*Calidad y Rapidez a su Servicio*



**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS**

DATOS GENERALES		
Proyecto:	TESIS: 2 EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRTADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYO LOCALIDAD DE POROY - CUSCO"	
Solicita:	JIMMY JOEL FARFAN QUIISPE	
Número de muestra	07	
Comunidad	-----	
Sector	-----	
Distrito	Poroy	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Fuente	EFLUENTE PTAR 2	
Fecha de obtención de la muestra	09 de mayo del 2022	
Hora de obtención de la muestra	9.00 am	
<b>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b>
Coliformes Termotolerantes NMP/100 ml	13 x 10 <sup>80</sup> NMP/100 ml.	Hasta 10 000 NMP/100 ml

NOTA: Los límites máximos permisibles considerados en el presente reporte corresponden a efluentes PTAR.  
 LA TOMA DE MUESTRA NO FUE REALIZADA POR EL LABORATORIO MICROLAB.

Método de análisis: Número más probable (NMP)  
 Norma Técnica Peruana  
 Ley General de Aguas (Decreto-Ley Nº 17752)

16/05/2022

**BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.**  
  
 Blega, Francisco Sotomayor Cabaña  
 Microbiología y Bacteriología

**BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.**  
  
 Blega, Francisco Sotomayor Cabaña  
 Microbiología y Bacteriología

Url: Mariscal Gamerra 1-D (1ra Etapa)  
 Atención: Lunes a Sábado de 7 a.m. a 8 p.m.  
 (Horario Corrido)

*"Calidad y Rapidez a su Servicio"*



# microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION N° 0555-2015-DRSC

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

DATOS		
Proyecto:	"EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRATADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO EN LOCALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYO"	
Solicita:	JIMMY JOEL FARFAN QUISPE	
Número de muestra	01	
Comunidad	Poroy	
Sector	Poroy	
Distrito	Poroy	
Provincia	Cusco	
Departamento	Cusco	
Fuente	PM 01 [50 METROS ANTES DEL PUNTO DE VERTIMIENTO]	
Fecha de obtención de la muestra	07 de diciembre del 2022	
Hora de obtención de la muestra	10:00 am	
<u>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</u>	<u>RESULTADOS</u>	<u>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</u>
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	11x10 <sup>6</sup> NMP/100 ml	CATEGORIA C3 [SUB D1 y D2] 1000 – 2000 NMP/100 ml
<b>Conclusión</b>	<b>La muestra de agua, NO puede ser utilizada para fines de riego de vegetales ni bebida de animales según los estándares de valores permisibles para este fin.</b>	

**NOTA:** SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (sub categoría D1 y D2)

Concentración establecida:

- C3: Sub categoría D1 [Riego de vegetales] = 1000 – 2000 NMP/100ml
- C3: Sub categoría D2 [Bebida de animales] = 1000 NMP/100ml

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio Microlab

16/12/2022

**BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.**

Blga. Elizabeth Samanez Gibaja  
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA

**BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.**

Blga. Rocío M. Escalante  
MAGISTER EN BIOTECNOLOGÍA



# microlab

LABORATORIO MICROBIOLÓGICO

Tel.: 229773 - RPC: 969 772139

LABORATORIO CATEGORIZADO POR EL MINSA RESOLUCION Nº 0555-2015-DRSC

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS

DATOS		
<b>Proyecto:</b>  <b>Solicita:</b> <b>Número de muestra</b> <b>Comunidad</b> <b>Sector</b> <b>Distrito</b> <b>Provincia</b> <b>Departamento</b> <b>Fuente</b> <b>Fecha de obtención de la muestra</b> <b>Hora de obtención de la muestra</b>	<b>"EVALUACION DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRATADAS MEDIANTE LAGUNAS DE OXIDACION Y EFECTOS DEL VERTIMIENTO EN LOCALIDAD DEL AGUA DEL RIO HATUN MAYO"</b>  JIMMY JOEL FARFAN QUISPE 01 Poroy Poroy Poroy Cusco Cusco  <b>PM 02 [50 METROS DESPUES DEL PUNTO DE VERTIMIENTO]</b> 07 de diciembre del 2022 10:00 am	
<b>EXAMEN BACTERIOLÓGICO</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES</b>
Coliformes termotolerantes (NMP/100 ml)	14x10 <sup>6</sup> NMP/100 ml	<b>CATEGORIA C3 [SUB D1 y D2]</b> 1000 – 2000 NMP/100 ml
<b>Conclusión</b>	<b>La muestra de agua, NO puede ser utilizada para fines de riego de vegetales ni bebida de animales según los estándares de valores permisibles para este fin.</b>	

**NOTA:** SE CONSIDERAN LOS ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA-D.S. N° 004-2017-MINAM.

C3: Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales (sub categoría D1 y D2)

Concentración establecida.

- C3: Sub categoría D1 [Riego de vegetales] = 1000 – 2000 NMP/100ml
- C3: Sub categoría D2 [Bebida de animales] = 1000 NMP/100ml

MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO: Los establecidos para cada ensayo.

- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente documento sin la autorización del Laboratorio.
- Los resultados son válidos únicamente para las muestras analizadas.
- La toma de muestra no fue realizada por el laboratorio MicroLab

16/12/2022

BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.

Blga. Elizabeth Samanez Gibaja  
MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA

BIOERLAB CUSCO S.C.R.L.

Blga. Rocio M. Escalante  
MAGISTER EN BIOTECNOLOGIA

**Anexo 2. GALERIA DE FOTOS**

**1. Reconocimiento del Área de estudio y toma de datos**

	
<p><b>FOTO 01 Río Hatun Mayo:</b> Area de estudio donde se hizo el reconocimiento y trabajo de campo para la toma de muestras y de datos in situ.</p>	<p><b>FOTO 02 Distrito de Poroy:</b> Ubicado en la margen derecha del Río Hatun Mayo que es fuente de agua para el uso agropecuario .</p>
	
<p><b>FOTO 03 TERRENOS AGRICOLAS:</b> area de cultivo de ortalizas y pastoreo para los animales ganados que se encuentran al borde del río Hatun Mayo.</p>	<p><b>FOTO 04 LAGUNA DE OXIDACION 1:</b> georeferenciacion y toma de datos del area de estudio, reconocimiento del afluente y efluente.</p>
	
<p><b>FOTO 05 AFLUENTE 01:</b> del sistema de recoleccion de aguas residuales que llegan a las lagunas de oxidacion de la localidad de Poroy.</p>	<p><b>FOTO 06 LAGUNA DE OXIDACION 1:</b> georeferenciacion y toma de datos del area de estudio, reconocimiento del afluente y efluente.</p>

## 2. Toma de Muestras:

### a. Punto N°1 – Muestra 1 – Afluente 1



**FOTO 07 AFLUENTE 1:** área donde se tomó las muestras de agua residual para su análisis.



**FOTO 08 CAMARA DE INGRESO AFLUENTE 1:** área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.

**UBICACIÓN - (13°29'21''S 72°03'03''W) 3.98 km**

### b. Punto N°3 – Muestra 3 – Efluente 1



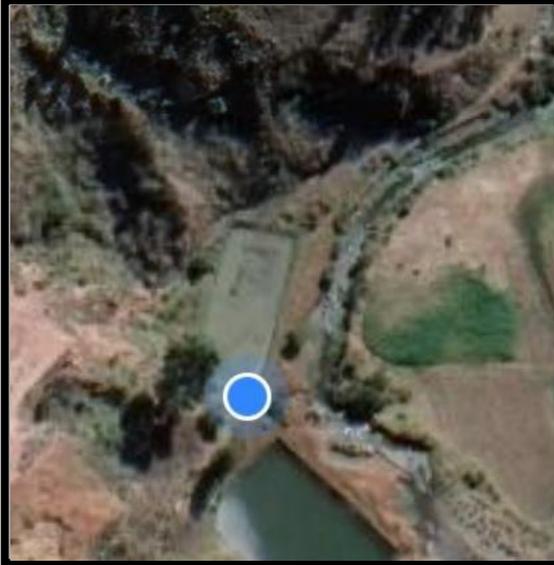
**FOTO 09 EFLUENTE 1:** área donde se tomó las muestras de agua residual para su análisis.



**FOTO 10 TUBERIA DE SALIDA EFLUENTE 1:** área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.

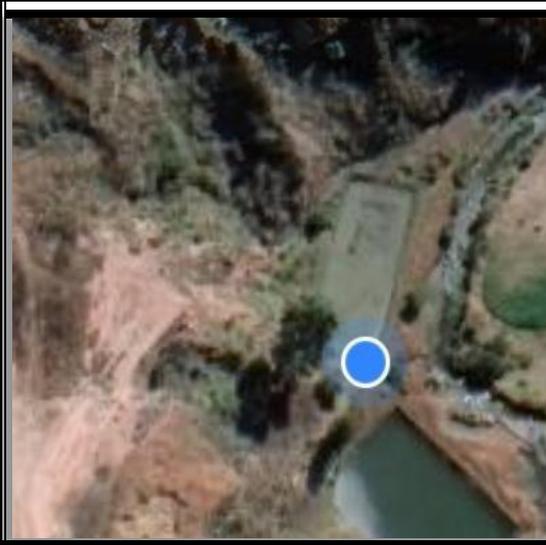
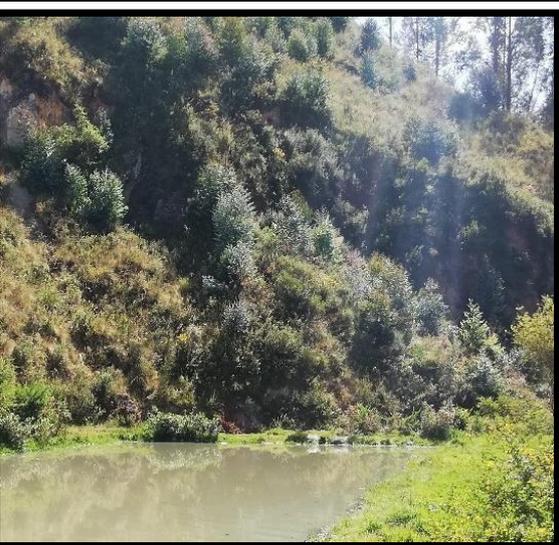
**UBICACIÓN – (13°29'21''S 72°03'01W) 3.97 km**

**c. Punto N°2 – Muestra 2 – Afluente 2**

	
<p><b>FOTO 11 AFLUENTE 2:</b> área donde se tomó las muestras de agua residual para su análisis.</p>	<p><b>FOTO 12 TUBERIA DE INGRESO AFLUENTE 2:</b> área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.</p>

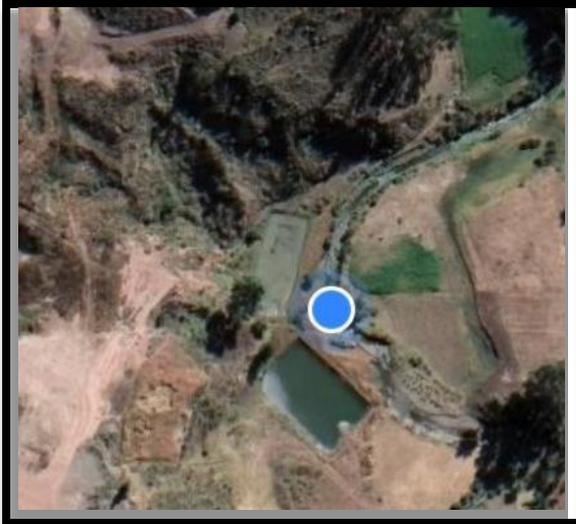
**UBICACIÓN – (13°29'20''S 72°03'04''W) 3.98 km**

**d. Punto N°4 – Muestra 4 – Efluente 2**

	
<p><b>FOTO 13 EFLUENTE 2:</b> área donde se tomó las muestras de agua residual para su análisis.</p>	<p><b>FOTO 14 TUBERIA DE SALIDA EFLUENTE 2:</b> área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.</p>

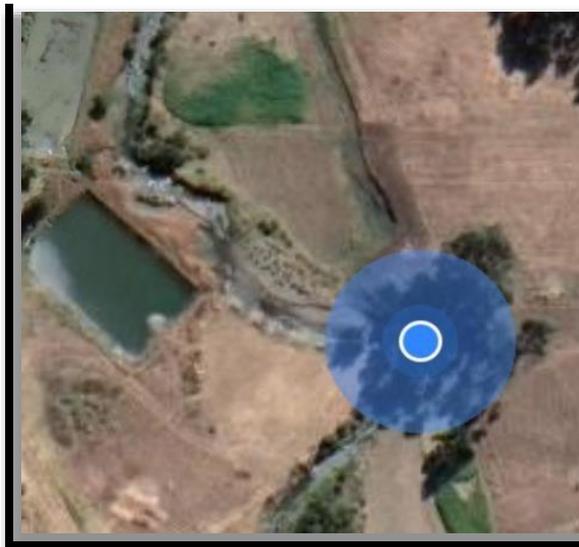
**UBICACIÓN – (13°29'20''S 72°03'04''W) 3.98 km**

**e. Punto N°5 – Muestra 5 – Vertimiento**

	
<p><b>FOTO 15 VERTIMIENTO:</b> área donde se tomó las muestras de agua residual para su análisis.</p>	<p><b>FOTO 16 TUBERIA DE SALIDA DEL VERTIMIENTO:</b> área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.</p>

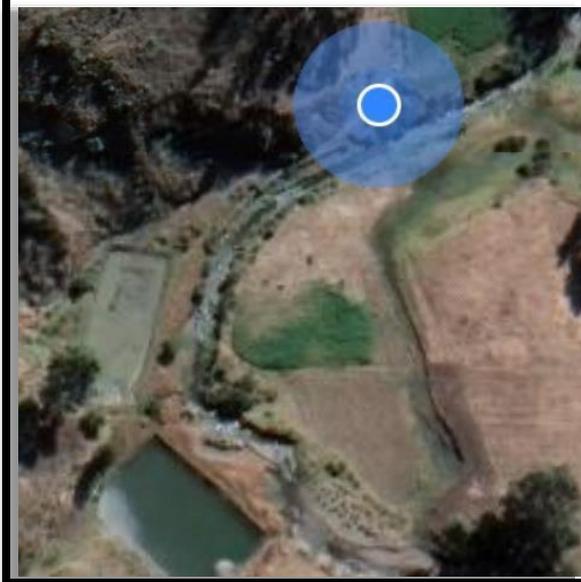
**UBICACIÓN – (13°29'18''S 72°03'02''W) 3.98 km**

**f. Punto N°6 – Muestra 6 – 50m arriba**

	
<p><b>FOTO 17. 50 METROS ANTES:</b> área donde se tomó las muestras de agua de río para su análisis.</p>	<p><b>FOTO 18 AGUA DE RÍO 50 METROS ANTES DEL PUNTO DE VERTIMIENTO:</b> área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.</p>

**UBICACIÓN – (13°29'20''S 72°03'03''W) 4.32 km**

**g. Punto N°7 – Muestra 7 – 50 m abajo**



**FOTO 17. 50 METROS DESPUES:** área donde se tomó las muestras de agua de río para su análisis.



**FOTO 18 AGUA DE RÍO 50 METROS DESPUES DEL PUNTO DE VERTIMIENTO:** área colapsada donde se hizo la toma de muestras de agua residual para su análisis.

**3. Análisis de las muestras en laboratorio :**

**a. Transporte de muestras acondicionadas:**

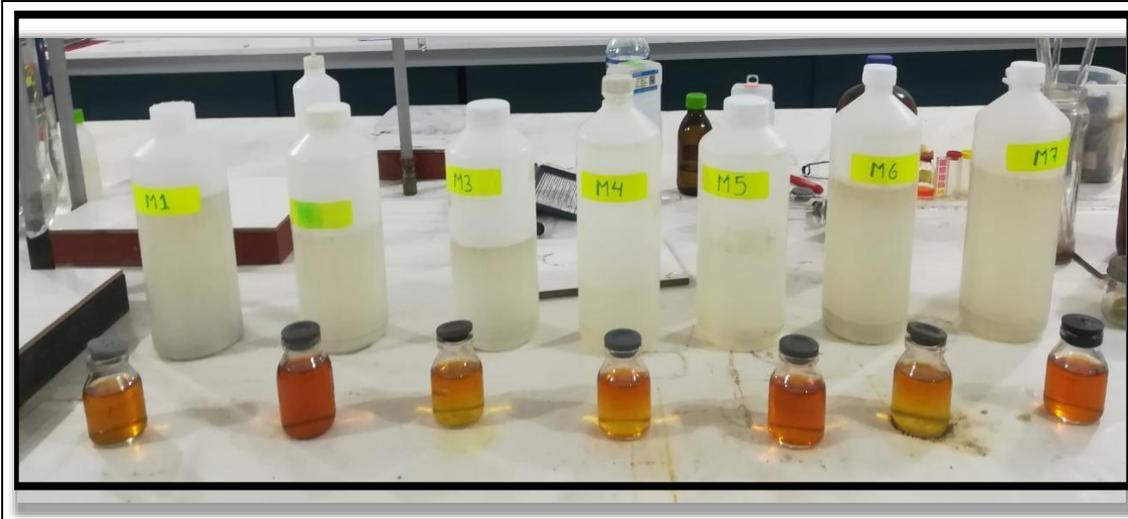
**UBICACIÓN - (13°29'20''S 72°03'04''W) 3.98 km**



**FOTO 19 TOMA DE MUESTRA:** según la normativa se procedió a tomar las muestras bajo condiciones adecuadas en los recipientes.



**FOTO 20 ROTULADO:** después de la toma de muestra se rotulo cada uno de los recipientes para tu traslado a los laboratorios y su posterior análisis.

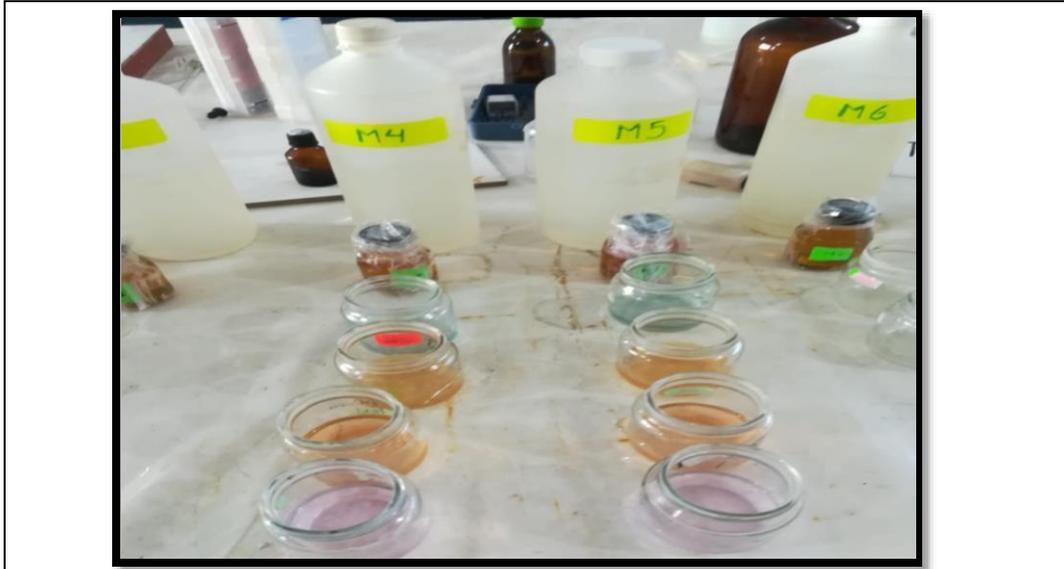
**b. Recepción de muestras en el laboratorio****:UBICACIÓN - (13°29'20''S 72°03'04''W) 3.98 km**

**FOTO 21 LABORATORIO:** recepción de las muestras en los envases para su posterior análisis.

**c. muestras para el análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno**

**FOTO 22 y 23 REFRIGERACION:** las muestras son acondicionadas a la temperatura adecuada para la determinación de demanda bioquímica de oxígeno.

**d. Análisis Físicoquímico de las muestras de agua de río:**



**FOTO 24 PREPARACION:** las muestras son preparadas para el análisis físicoquímico tomando en cuenta los ECAs normados.

**e. Determinación de Fosfatos**



**FOTO 25 DETERMINACION DE FOSFATOS:** las muestras son sometidas al análisis y cuantificación de fosfatos para las muestras de agua de río .

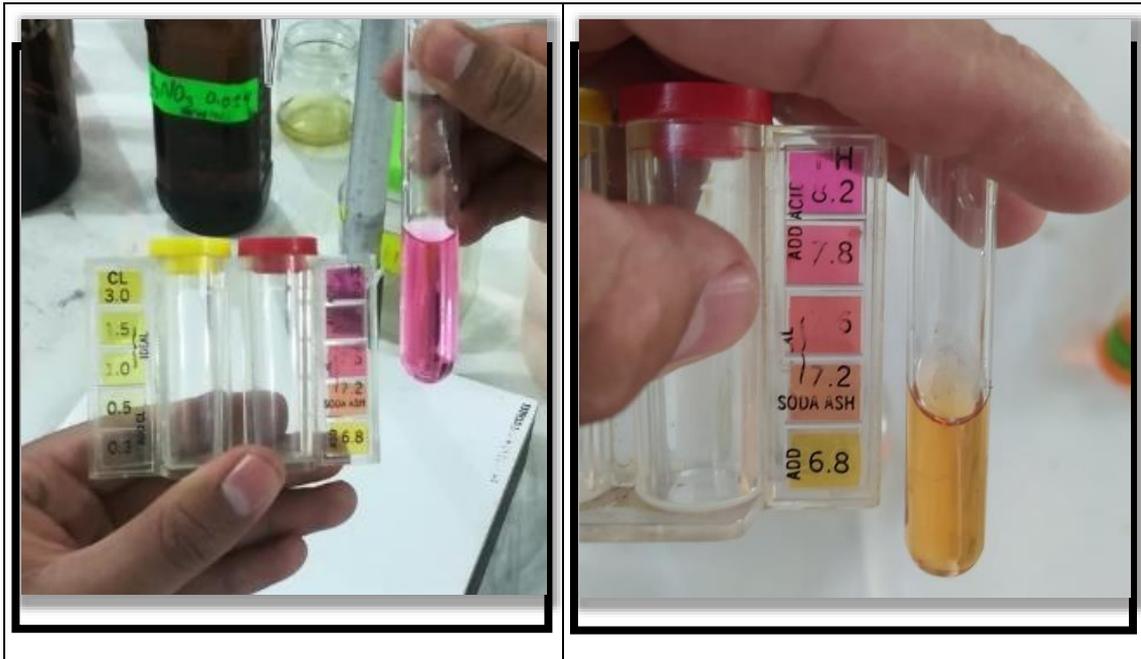
**f. Determinación de Nitrógeno Total**

**FOTO 26, 27 y 28 DETERMINACION DE NITROGENO TOTAL:** las muestras son sometidas al análisis y cuantificación del nitrógeno total para las muestras de agua de río .

**g. Determinación de Conductividad Eléctrica:**

**FOTO 29 DETERMINACION DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA:** las muestras son sometidas al análisis y cuantificación de la conductividad eléctrica del agua de río .

#### h. Determinación de pH:



**FOTO 30 y 31 DETERMINACION DE pH:** las muestras son sometidas al análisis y medición del potencial de Hidrogeniones.

#### i. Determinación de Temperatura:

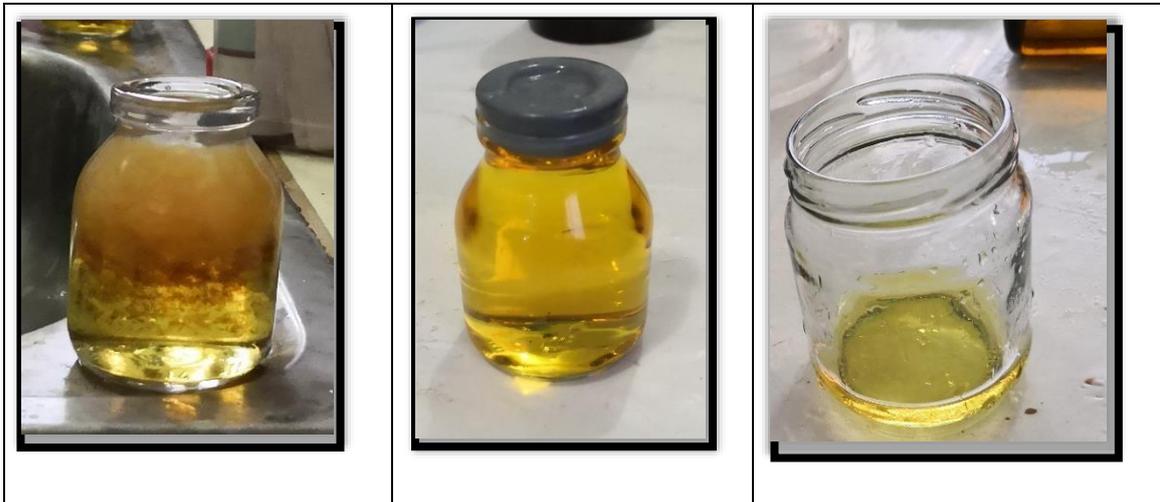


**FOTO 32 y 33 DETERMINACION DE LA TEMPERATURA:** la toma de temperatura es IN SITU tanto en las aguas residuales como en los puntos de muestreo del agua de río 50 metros antes y después del punto de vertimiento.

**j. Determinación de Aceites y Grasas:**



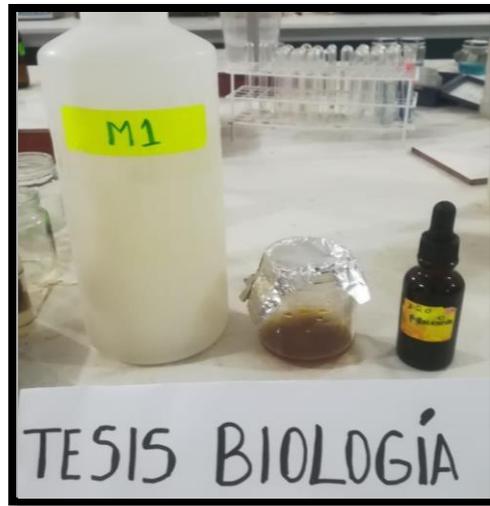
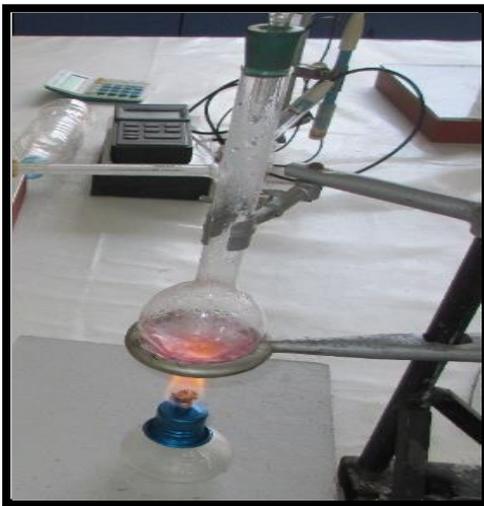
**k. Determinación de Oxígeno Disuelto:**





**FOTO 36, 37, 38 y 39 DETERMINACION DE OXIGENO DISUELTO:** las muestras son sometidas al análisis y cuantificación del oxígeno disuelto para las muestras llevadas al laboratorio .

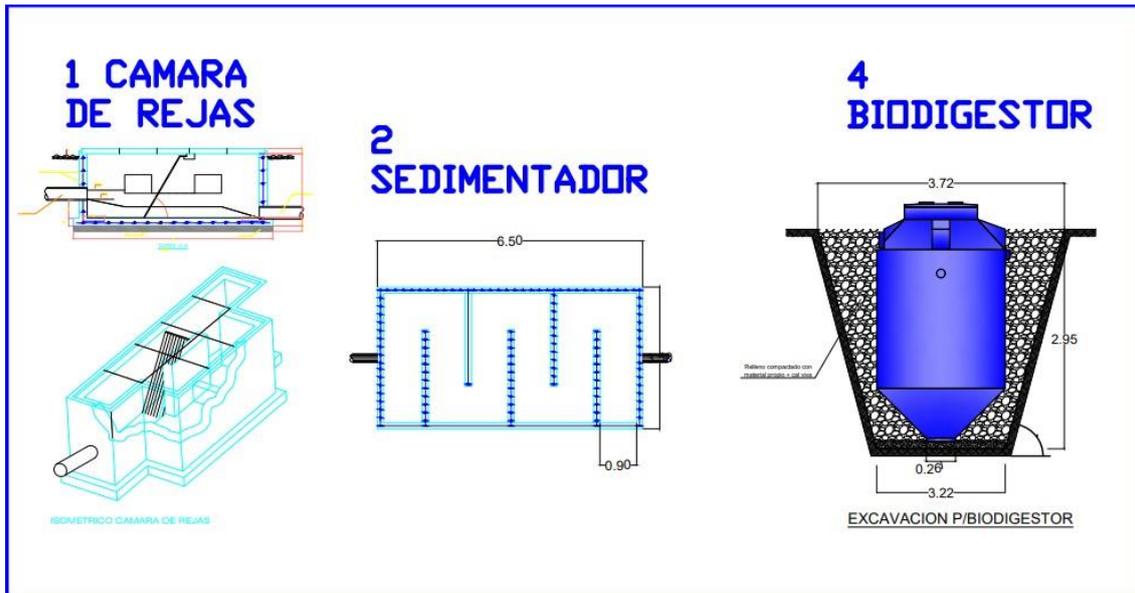
### 1. Determinación de Demanda Química de Oxígeno:



**FOTO 40 y 41 DETERMINACION DE DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO:** las muestras son sometidas al análisis y cuantificación de la demanda química de oxígeno para las muestras llevadas al laboratorio .

**PLANO ACTUAL DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION**





**GEOREFERENCIA DE LOS PUNTOS DE MUESTREO PARA LOS ANALISIS FISICOQUIMICO Y BACTERÍO LOGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES Y AGUA DEL RÍO HATUN MAYO, ASI COMO TAMBIEN PARA LAS PRUEBAS DE CAUDAL DE LAS AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE OXIDACION**

Nº	NOMBRE	ZONA UTM	SUR	ESTE	ALTURA
1	AFLUENTE PTAR 1	18L	819298	8506826	3488
2	EFLUENTE PTAR 1	18L	819272	8506864	3487
3	VERTIMIENTO	18L	819282	8506877	3484
4	30 M DESPUES	18L	819327	8506934	3476
5	30 M ANTES	18L	819346	8506830	3478
6	AFLUENTE PTAR 2	18L	819260	8506874	3486
7	EFLUENTE PTAR 2	18L	819266	8506875	3486

**Fuente:** Elaboración propia, 2022.