

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y
MICROBIOLÓGICAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA
DE LA QUEBRADA YUMANTAY, REGIÓN UCAYALI**

Tesis para optar el título profesional de

INGENIERO AMBIENTAL

JORGE EDUARDO GONZALES FLORES

Pucallpa, Perú

2022



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

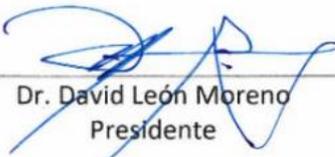


ACTA DE APROBACION DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
N°154/2022-CGyT-FCFyA-UNU

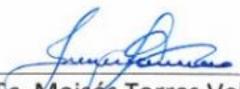
En la ciudad de Pucallpa a las 09:10 a.m. del viernes 18 de noviembre de 2022, de acuerdo con el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en forma presencial en el auditorio de la facultad de ciencias forestales y ambientales, los mismos que estuvo designados con Memo Múltiple N.º 111-2022-UNU-FCFyA CGT, conformado por los siguientes docentes:

Dr. David León Moreno	Presidente
Ing. M. Sc. Moisés Torres Velasco	Miembro
Ing. M. Sc. Jenny Paola Zeña Rubio	Miembro

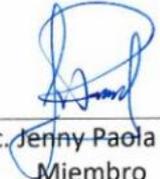
Se procedió a evaluar a la sustentación de la tesis denominado: **“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA DE LA QUEBRADA YUMANTAY – REGIÓN UCAYALI”**, *presentado por la bachiller GONZALES FLORES, JORGE EDUARDO*; asesorado por el Dr. FERMIN CAMPOS SOLORZANO, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**, después de las correcciones respectivas de la tesis. Siendo las **11:05** a.m. horas del mismo día se da por finalizado el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.



Dr. David León Moreno
Presidente



Ing. M. Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro



Ing. M. Sc. Jenny Paola Zeña Rubio
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

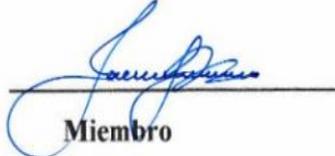
La presente tesis fue aprobada por los miembros del jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

Dr. David León Moreno



Presidente

Ing. M. Sc. Moisés Torres Velasco



Miembro

Ing. M. Sc. Jenny Paola Zeña Rubio



Miembro

Dr. Fermín Campos Solorzano



Asesora

Bach. Jorge Eduardo Gonzales Flores



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N° V/0718-2022

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:

“DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA DE LA QUEBRADA YUMANTAY, REGIÓN UCAYALI”.

Autor(es) : **GONZALES FLORES, JORGE EDUARDO**

Facultad : **CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**

Escuela Profesional : **ING. AMBIENTAL**

Asesor(a) : **Dr. CAMPOS SOLORZANO, FERMIN**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 9%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI** Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que **SI** se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se firma y se sella la presente constancia.



FECHA 16/11/2022



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual



AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, JORGE EDUARDO GONZALES FLORES

Autor(a) de la TESIS de pregrado titulada:

' DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS PARA ESTIMAR LA CALIDAD DE AGUA DE LA QUEBRADA YUMANTAY, REGION UCAYALI '

Sustentada el año: 2022

Con la asesoría de: DR. FERMIN CAMPOS SOLORZANO

En la Facultad: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Escuela Profesional: INGENIERIA AMBIENTAL

Autorizo la publicación:

PARCIAL Significa que se publicará en el repositorio institucional solo la caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar si su tesis o documento presenta material patentable, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 18/11/2022

Email: gorggonzalesambiental@gmail.com

Teléfono: 979618745

Firma: Jorge E. Flores

DNI: 45295500

DEDICATORIA

Dedico esta investigación a mis padres, a mi novia Roselyn Reátegui y a mi hijo Jorge Stephano, por su apoyo incondicional y acompañamiento permanente para hacer de este sueño una realidad.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por darme las fortalezas para sacar adelante este proyecto que hoy es una realidad, a mis padres por haber sido el empuje y sostén durante los años de pregrado en mi formación, a mi familia que son el motor para seguir adelante cultivando más logros. También quiero agradecer a mis profesores excelentes profesionales que formaron parte de mi crecimiento académico y profesional, a todos los que hago mención líneas arriba muchas gracias

ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE DE TABLAS	x
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCIÓN	14
CAPITULO I	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA	15
1.2 OBJETIVOS.....	16
CAPITULO II	17
MARCO TEÓRICO.	17
2.1. Antecedentes del problema.	17
2.2. Planteamiento teórico del problema.	18
2.2.1. La quebrada Yumantay.....	18
2.2.2. La problemática ambiental urbana en la región Ucayali.....	20
2.2.3. Principales sustancias contaminantes del agua.	21
DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	24
CAPITULO III	26
METODOLOGIA.....	26
3.1. METODO DE INVESTIGACION.	26
3.1.1. Condiciones climáticas.....	27
3.2. POBACION Y MUESTRA.	27
3.4 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS.....	28
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.	33
3.4.1. Técnicas.	33
3.5. Tratamientos de los datos.....	33
CAPITULO IV.....	34
RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1. Parámetros de campo.	34
4.1. Parámetros fisicoquímicos.....	34
4.1. Parámetros microbiológicos.	34
4.1. índice de calidad de agua ICA-PE	347
CAPITULO V.....	40

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	40
5.2 Recomendaciones.....	41
5.2 Recomendaciones.....	41
BIBIOGRAFIA.....	42
ANEXO 1.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades de la Quebrada Yumantay.....	18
Tabla 2. Coordenadas de os puntos de muestra	25
Tabla 3. Variables, dimensiones e indicador	28
Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas	30
Tabla 5. Interpretación de la Calificación ICA- PE.....	332
Tabla 6. Datos obtenidos en monitoreo de parámetros de campo.....	34
Tabla 7. Datos obtenidos en monitoreo de parámetros fisicoquímicos.....	35
Tabla 8. Datos obtenidos en monitoreo de parámetros microbiológicos.....	36
Tabla 9. Resultados del índice de calidad de agua ICA-PE según los estándares de calidad ECA 2017 para la quebrada Yumantay.....	36

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de la quebrada Yumantay en la ciudad de Pucallpa.	26
Figura 2. Datos meteorológicos de Pucallpa (SENAMHIN,2020)	27
Figura 3. Reconocimiento de los puntos y colecta de muestras.	28

RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas para estimar el índice de calidad de agua ICA-PE en la quebrada Yumantay , Región Ucayali, el estudio se llevó a cabo en la ciudad de Pucallpa, las muestras fueron tomadas en tres puntos previamente localizados en los distritos de Manantay y Callería de la quebrada Yumantay, la recolección se realizó a 10 cm de profundidad de la quebrada, en campo se midió la temperatura (T°) y el potencial de hidrogeno (pH) con ayuda de un termómetro digital especial para medir ambas variables, luego fueron transportadas al laboratorio de la empresa SGS (Laboratorio de Acreditación INACAL- DA con registro N° LE – 002) del Perú, para analizar las propiedades fisicoquímicas (Solidos totales en suspensión, Demanda bioquímica de oxígeno; Aceites y grasas) y microbiológicas (Coliformes fecales y Coliformes totales). El trabajo de investigación corresponde a un diseño descriptivo simple y para estimar el índice de calidad de agua ICA-PE se consideró los criterios del ANA y MINAGRI, 2018, para luego ser comparados con el D.S N° 004-2017-MINAM, encontrando que de los ocho parámetros evaluados, tres superan los ECAS establecidos, solidos totales en suspensión (P2 1598 mg /L), Coliformes totales (16000,35000,35000 NMP/100 ml), y Coliformes fecales (3500,24000.24000 NMP/100 ml), influyendo en los resultados, ya que los excedentes superan enormemente los ECAs, obteniendo un ICA-PE de 36.9% calificando como mala en su calidad, es decir requiere de tratamiento avanzado para potabilizar el agua para el consumo humano.

Palabras clave: Coliformes fecales, excedentes, parámetros, tratamiento, variables.

ABSTRACT

The objective of the research is to determine the physicochemical and microbiological properties to estimate the ICA-PE water quality index in the Yumantay stream, Ucayali Region, the study was carried out in the city of Pucallpa, the samples were taken at three points previously located in the districts of Manantay and Callería of the Yumantay creek, the collection was carried out at a depth of 10 cm of the creek, in the field the temperature (T°) and the hydrogen potential (pH) were measured with the help of a digital thermometer to measure both variables, then they were transported to the laboratory of the SGS company (INACALDA Accreditation Laboratory with registration No. LE – 002) of Peru, to analyze the physicochemical properties (total suspended solids, biochemical oxygen demand; Oils and fats) and microbiological (faecal coliforms and total coliforms). The research work corresponds to a simple descriptive design and to estimate the ICA-PE water quality index, the ANA and MINAGRI, 2018 criteria were considered, and then compared with D.S N ° 004-2017-MINAM, finding that Of the eight parameters evaluated, three exceed the established ECAS, total solids in suspension (P2 1598 mg /L), total coliforms (16000,35000,35000 NMP/100 ml), and fecal coliforms (3500,24000.24000 NMP/100 ml) , influencing the results, since the surpluses greatly exceed the ECAs, obtaining an ICA-PE of 36.9%, qualifying as poor in quality, that is, it requires advanced treatment to make the water drinkable for human consumption

Keywords: Fecal coliforms, surplus, parameters, treatment, variables.

INTRODUCCIÓN

Las redes hidrográficas desde ríos, lagos, lagunas y quebradas, nos brindan muchos beneficios, siendo fuente de energía y vida para varios organismos y siendo uno de los ecosistemas más valiosos, pero lamentablemente no existe conciencia ni consideración por este recurso natural y la sobrepoblación ayuda a la contaminación del agua, el desagüe es vertido a estos conductos hídricos, afectando a todos los seres vivos y cambiando las propiedades del agua como el pH, temperatura, presencia de metales pesados, oxígeno disuelto, y presencia de Coliformes fecales, convirtiéndose este recurso no apto para el consumo humano.

En la ciudad de Pucallpa existe un caño natural llamado quebrada Yumantay, excelente ecosistema acuático que presenta potencial turístico, se encuentra rodeado de población en medio de la ciudad, hallándose susceptible a perderse este recurso.

Por todo lo expuesto, es necesario realizar un estudio completo del nivel de contaminación de la quebrada en cada uno de sus puntos para tener como línea base de la situación actual y poder tomar acciones futuras. Así el objetivo principal del proyecto de investigación fue estimar el índice calidad de agua en la quebrada Yumantay a través de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas.

Con la investigación se contribuirá a la solución de problemas socio-ambientales, ya que brindará las bases para ejecución de proyectos de remediación para aguas contaminadas, así mismo de acciones que se ejecuten a nivel de universidades u organizaciones ambientales en el recojo de residuos sólidos y de reforestación en varios puntos. Por otro lado, permitirá conocer el nivel de satisfacción y bienestar de las familias que viven cerca a la quebrada para desarrollar acciones junto con las municipalidades que permitan la reubicación futura y evitar inundaciones o problemas de salud mayores que puedan afectar a esta gente.

Finalmente con la información obtenida se podrán implementar programas de conservación que permitan la existencia de esta quebrada a lo largo del tiempo para que sea un ecosistema saludable dentro de la urbe.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En la ciudad de Pucallpa existen caños naturales que son ecosistemas acuáticos que presentan diferentes especies de aves, peces etc, que viven en ellas y representan un punto clave de conservación. Durante los años el crecimiento de la población más el descontrol urbanístico ha generado que en ciertos lugares donde existen caños naturales entre ellos la quebrada Yumantay, sean ocupados para vivir, siendo uno de los factores que determina la contaminación de estos ecosistemas, poniendo en peligro la existencia de los mismos en un futuro no muy lejano (Díaz, 2009).

La quebrada Yumantay es un caño natural que abarca gran parte de la ciudad de Pucallpa a través del casco urbano, excelente ecosistema acuático que presenta un potencial turístico. Debido a su cercanía con la población está quebrada ha sido contaminada principalmente por aguas residuales y residuos sólidos vertidos por la población local. Actualmente se vienen realizando proyectos ambientales de forma voluntaria para tratar de disminuir la contaminación por residuos sólidos, donde se recolectan botellas y demás plásticos en varios puntos de la extensa quebrada. Según un estudio del agua de la quebrada Yumantay (solo de la parte del parque natural de la ciudad de Pucallpa) está altamente contaminada por metales pesados especialmente por Pb y por coliformes termo tolerantes (Nieto, 2015). Sin embargo, estos estudios y acciones aun no son suficientes para abordar el tema de la contaminación por completo, puesto que se necesita un estudio más complejo, el mismo que abarque temas como el nivel de contaminación, la educación ambiental, y la influencia que la contaminación tiene en el bienestar de las familias que viven alrededor de la quebrada.

Existen muchos factores que pueden llevar a muchas familias a vivir en sectores de riesgo, las cuales no vienen siendo atendidas de forma eficiente por parte de las autoridades locales, convirtiéndose en un problema vigente en nuestra región. Es necesario mencionar que mientras que no se realice un estudio más

amplio del problema de la contaminación en la quebrada Yumantay será más difícil tomar acciones futuras, tales como proyectos de recuperación, limpieza, biorremediación de aguas, así como también la reubicación de las familias en caso de existir alguna complicación de orden mayor como su bienestar y salud.

Por todo lo expuesto se plantea la siguiente interrogante general:

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es el nivel de índice de calidad de agua a de la quebrada yumantay en la ciudad de Pucallpa?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son las propiedades físicoquímicas del agua de la quebrada Yumantay en la ciudad de Pucallpa?
- ¿Cuáles son las propiedades microbiológicas del agua de la quebrada Yumantay en la ciudad de Pucallpa?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Determinar las propiedades físicoquímicas (el pH, temperatura, oxígeno disuelto, sólidos totales en suspensión, demanda bioquímica de oxígeno, aceites y grasas) en la quebrada Yumantay.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar las propiedades microbiológicas (coliformes totales y fecales o termo tolerantes) en la quebrada Yumantay.
- Estimar el índice de calidad ICA-PE aplicado a la quebrada Yumantay.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Hernández-Álvarez, Pinedo-Hernández, Paternina-Uribe y Marrugo-Negrete (2018), en su estudio en la quebrada Jui Coombia, encontró “concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, fueron analizados empleando métodos estandarizados de la American Public Health Association. Los plaguicidas, se cuantificaron por el método cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC-MS). En promedio, el ICA fue 74,1, clasificando la fuente hídrica con buena calidad, exceptuando las estaciones (E4 y E5), en el periodo húmedo, cuya clasificación fue media, debido al aporte de coliformes fecales y turbidez. La concentración de plaguicidas, se presentó por debajo del límite de detección del método. En general, el análisis estadístico multivariado indica que las fuentes de contaminación derivan de aguas residuales domésticas, escorrentía agrícola, excretas del ganado porcino y minería de arena”.

Se realizó un estudio en la ciudad de Loreto - Nauta, sobre propiedades físico, químico y bacteriológico de la quebrada Zaragoroza, llegando a la conclusión que la Quebrada, acepta vida orgánica de especies acuáticas que allí habitan, obteniéndose los siguientes resultados: “pH=8,71 (relativamente alcalino), CO₂=10,32 mg/l; Alcalinidad=19,17 mg/L; Dza. Total=9,32 mg/L; OD=8,05 mg/L (Existencia de las especies acuáticas, flora y fauna); Dza. de Ca=5,57 mg/L y Dza. de Mg=3,75 mg/L (Características blandas); Cl⁻=6,81 mg/L; C.E=23,34 μS/cm (Contiene pocos iones en suspensión); Coliformes Totales=7,00 UFC/100 mL y Termotolerantes=2,00 UFC/100 mL (No son aptas para el consumo humano); A/G=1,00 mg/L” (Escudero Contreras, Pereyra Olarte, & Sáenz Sánchez, 2016).

Pinchi (2015), en su estudio realizado en la Laguna de Yarinacocha en la ciudad de Pucallpa, determinó el nivel de contaminación encontrando una alta contaminación microbiológica en toda la laguna tanto coliformes totales y coliformes

termo tolerantes, por otro lado respecto a los metales pesados el nivel de contaminación es bajo, sin embargo el metal con mayor presencia fue el aluminio.

Nieto (2015), realizó un estudio del agua de la quebrada Yumantay en el parte del parque natural de la ciudad de Pucallpa, donde se indicó que el agua está altamente contaminada por metales pesados especialmente por Pb y por coliformes termo tolerantes (Fecales). Así mismo también hubo presencia de otros metales pesados como: Cd, Ni, As y Cu en concentraciones altas, deduciendo que el agua de la quebrada de Yumantay solo en ese punto esta química y microbiológicamente contaminada.

Marin (2012), determinó la calidad de agua de la laguna de Yarinacocha para fines recreacionales en Ucayali, cuyo objetivo fue evaluar las propiedades físicas, químicas y microbiológicas. Obteniendo los siguientes resultados: “Coliformes totales fueron de 3942 NMP/100 mL (Anaconda), 2458 NMP/100 mL (Puerto Callao6), 2349 NMP/100 mL (San Juan) y 2167 NMP/100 mL (San José); coliformes termotolerantes de 1732 NMP/100 mL (Anaconda), 1169 NMP/100 mL (Puerto Callao), 918 NMP/100 mL (San Juan) y 976 NMP/100 mL (San José); Escherichia coli 45 NMP/100 (Anaconda), 33 NMP/100 mL (Puerto Callao), 25 NMP/100 mL (San Juan) y 29 NMP/100 mL (San José); y presencia de Salmonella en todas las estaciones”. En relación a los resultados la calidad de su agua es “no apta para el uso de recreación, encontrando en todas las estaciones concentraciones microbiológicas fuera de los estándares nacionales (D.S. N° 002-2008-MINAM)”.

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA.

2.2.1. La quebrada Yumantay.

“Según PDU (2017), la quebrada Yumantay es un caño natural que atraviesa la ciudad de Pucallpa principalmente dentro del casco urbano. Se ubica al sur de la ciudad de Pucallpa políticamente entre la jurisdicción de los distritos de Manantay y Calleria, conforma relieves suaves limitados por una línea que va desde los 100 a 300 msnm, y se encierra en una figura alargada en una dirección noroeste a

sureste. El escurrimiento de las aguas superficiales forma una red con un eje central que está representada por el cauce principal de la quebrada” En la tabla 1 se muestran las propiedades de la quebrada Yumantay.

Tabla 1. Propiedades de la Quebrada Yumantay.

Propiedades	Medidas
Perímetro	29.70 km
Área	14 km ²
Longitud	8.1 km
Pendiente	0.02°

Fuente: PDU, (2017).

“La quebrada es el principal sistema de drenaje pluvial de la zona urbana de Pucallpa pues más del 90% de su sección transversal cubre la zona urbana de la ciudad. La cubeta es irregular y variable entre 10 a 60 m. Su altitud promedio esta en los 153 msnm. En cuanto a la infraestructura vial, transversalmente a la quebrada Yumantay se ubican 4 puentes de concreto armado, ubicados en el Jrs. Abujao, Prolongación San Martín, Maya de Brito y en el Jr. Virgen de las Mercedes. La quebrada Yumantay es afluente del río Ucayali en tiempos de estiaje. Los asentamientos humanos cercanos y dentro de la franja marginal (AA.HH. San Juan de Miraflores, AA. HH. san Fernando, AA. HH. San Martin y AA. HH. 9 de mayo) Contribuyen con la contaminación de esta quebrada con los residuos sólidos desechados en los bordes, desembocando sus aguas residuales (desagüe) por las canaletas artesanales hacia los puntos más cercanos del caño natural generando malos olores, eutrofización (gran cantidad de nutrientes en el agua y se manifiesta con la falta de oxígeno en el agua), vectores (zancudos, moscas), roedores y el aumento incontrolado de aves carroñeras, *Coragyps atratus* (gallinazo)”(PDU, 2017).

“La forma y el volumen de escurrimiento dependen principalmente de las condiciones físicas del suelo, por ser de configuración de llanura ondulada, el factor de forma de la microcuenca local del Yumantay se presenta con menos tendencia a concentrar las intensidades de lluvia” (PDU, 2017).

2.2.2. La problemática ambiental urbana en la región Ucayali.

Según el Plan de Desarrollo Urbano de Coronel Portillo (2017), “las unidades ambientales (suelo, agua y aire) en la provincia de Coronel Portillo y sus distritos (Callería Yarinacocha y Manantay), han sido afectadas, causando impactos ambientales a consecuencia de un desarrollo inadecuado de ciertas actividades sociales, físicas y económicas, donde tenemos”:

- Contaminación de suelo: “En los tres distritos se manifiesta la contaminación de suelo debido al socavamiento y contaminación de ladrilleras ubicadas en las zonas laterales. Asimismo el arrojo incontrolado de los desechos sólidos (residuos de domiciliarios o municipales, industrias aserradoras, comerciales y hospitalarios) en zonas puntuales llamados focos infecciosos, degradando la composición del suelo”.
- Contaminación del agua: “Un mal manejo de residuos sólidos, sistemas de saneamiento, está generando un impacto negativo en las quebradas (Maputay, Yumantay, Manatay y Tushmo), lagunas (Cashibococha, Yarinacocha, y Pucalpilllo) y el Rio Ucayali. Asimismo estos efluentes son afectados por la población aledaña ocasionando pérdida de biodiversidad acuática, por ende un problema de impacto biológico, aumento de vectores (moscas, zancudos, y otros insectos) y roedores (ratas) afectando a la salud”.
- Contaminación del aire: “La contaminación de esta unidad ambiental tan importante para los seres humanos está creciendo en porcentajes acelerados en la provincia de Coronel Portillo, esta contaminación es causada por diversas actividades antrópicas como: la quema de residuos domésticos e industriales, incendios forestales y el transporte motorizado, toda estas actividades generan polvos, partículas suspendidas PM 10 y PM 2.5 (material particulado de 10 y 2.5 μ micrómetros) generado en madereras e industrias de triplay gases: CO₂ (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono) producida por la combustión incompleta, NO₂ (Dióxido de nitrógeno) generado en aguas residuales y botaderos, CH₄ (metano) generado en focos infecciosos”.

2.2.3. Principales sustancias contaminantes del agua.

Según Barba (2002), “existen diferentes contaminantes del agua y en gran número, que se pueden ser clasificados de diferentes maneras. Una posibilidad bastante usada es agruparlos en ocho grupos”:

- Microorganismos patógenos: “Son microbios que ocasionan diversas enfermedades; en países en desarrollo, sobre todo en niños pueden causar hasta la muerte prematura. Regularmente estos microorganismos se aproximan al agua en las heces y otros restos orgánicos que originan las personas infectadas, Los microorganismos patógenos son los virus, protozoos, diversas bacterias, y otros individuos que transmiten tifus, cólera, hepatitis, gastroenteritis. El índice para calcular la calidad sanitaria de las aguas, referente a microorganismos, es a través del número de bacterias coliformes presentes en el agua. La OMS (Organización Mundial de la Salud) realiza la recomendación que el agua para beber debe tener cero colonias de coliformes por 100 ml de agua”.
- Desechos orgánicos: “Son generados por las personas, ganados, etc. Contiene heces y otras sustancias que podrían ser descompuestas por bacterias aeróbicas. Al encontrarse los desechos en exceso, las bacterias se proliferan y agotan el oxígeno, y no permite que vivan otros seres como peces que requieren oxígeno. El índice para calcular la contaminación por desechos orgánicos son la DBO (Demanda Bioquímica de oxígeno), la OD (cantidad de oxígeno disuelto en agua)”.
- Sustancias químicas inorgánicas: “Estas sustancias en cantidades altas logran ocasionar graves daños a los seres vivos, reducir la producción agrícola, corroer equipos, son altamente peligrosos encontrándolos como ácidos, sales y metales tóxicos como el mercurio y el plomo”.
- Nutrientes vegetales inorgánicos: “Son sustancias solubles en agua que las plantas requieren para su desarrollo, siendo considerados los nitratos y fosfatos; pero en exceso provocan el crecimiento descontrolado de algas y

otros individuos ocasionando la eutrofización del agua, agotándose el oxígeno haciendo casi nula la existencia de otros seres vivos, dando al agua un olor fétido e inutilizable”.

- **Compuestos orgánicos:** “Son moléculas orgánicas complejas difíciles de degradar por los microorganismos como la gasolina, los plásticos, el petróleo, detergentes, plaguicidas, disolventes, etc, que lastimosamente terminan en el agua y se mantienen por largos períodos de tiempo, siendo fuente de contaminación”.
- **Sedimentos y materiales suspendidos:** “Las corrientes de agua arrastran materiales suspendidas en el agua y muchas partículas arrancadas del suelo, en términos generales, el mayor motivo de contaminación del agua es provocado por esta forma. La turbidez en el agua obstaculiza la existencia de algunos organismos, debido a que los sedimentos que se van acumulando destruyendo sitios de alimentación, desove de peces, rellenando lagos o pantanos y obstruyendo canales, ríos y puertos”.
- **Sustancias radiactivas:** “Se dice de Isótopos radiactivos solubles presentes en el agua, que se acumulan a lo largo de la cadena trófica, alcanzando concentraciones altas en algunos tejidos vivos presentes en el agua”.
- **Contaminación térmica:** “Las centrales de energía o procesos industriales liberan agua caliente, elevando la temperatura de ríos, quebradas etc., por ello disminuye la capacidad de contener oxígeno y afectar la existencia de los organismos”.

2.2.4. Contaminación por aguas residuales.

“Las aguas residuales proceden de actividades domésticas, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias o de cualquier otra actividad, cada actividad genera residuos de cocinas, baños, lavado de ropa y drenaje de pisos que alteran la calidad del agua . Estas normalmente se recogen en un sistema de alcantarillado público. La cantidad de aguas residuales domiciliarias (sanitarias) por lo común se determina a partir del uso del agua

y se conoce que sólo el 70% al 90% del agua suministrada llega a las alcantarillas” (Barba, 2002).

“Los contaminantes en el agua ya sean naturales o antropogénicos, pueden ser divididos en las siguientes categorías”:

1. “Naturales Ejemplos: Nitrato, fosfato
2. Materia Orgánica Residuos domésticos o industriales
3. Sustancias Indeseables Aceites
4. Tóxicos Mercurio, fenoles, pesticidas”

“El exceso de nutrientes inorgánicos acelera el crecimiento de organismos y produce la eutrofización; degradación de materia orgánica, puede consumir el suministro de oxígeno disuelto vital en el agua (DBO, DQO)”.

“Las sustancias indeseables son aquellas que producen color en las aguas, generan turbulencia, olores fétidos y cubren su superficie. Asimismo existen químicos que son perjudiciales para la vida acuática, el hombre puede llegar a estar en contacto con ellos o ingerirlos y provocar enfermedades. Los contaminantes alteran el pH de las aguas y generan olores y sabores indeseables. Debido a que no puede ser cuantificado, algunos científicos niegan la calidad estética del agua y otras formas de daño ambiental, ya que este es el aspecto de deterioro ambiental más obvio para el público en general. Conjuntamente a ser contaminada por químicos el agua puede ser térmicamente afectada y trayendo como consecuencia la reducción de oxígeno disuelto. Algunas actividades humanas son notoriamente serios contaminantes del agua. Examinaremos algunas de estas actividades rápidamente tales como desechos industriales, producción de pulpa y papel, drenaje de ácido de minas, detergentes y finalmente aguas negras” (Barba, 2002).

DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

Biodegradable: “Sustancia que se puede degradar mediante el accionar de un agente biológico”. (Real Academia española , 2021)

Contaminación: “Es la introducción de sustancias u otros elementos físicos en un medio que provocan que este sea inseguro o no apto para su uso”. (Real Academia española , 2021)

Contaminante: “Un constituyente de un material o residuo que se sabe o sospecha que es agente de riesgo” (Real Academia española , 2021).

Metal pesado: “El término metal pesado suele designar algunos elementos situados en el “vientre” de la tabla periódica y que tienen una densidad elevada: osmio, mercurio, plomo, oro, cadmio” (Real Academia española , 2021).

Canales naturales: “Incluyen todos los cursos de agua que existen de manera natural en la tierra, los cuales varían en tamaño desde pequeños arroyuelos en zonas montañosas, hasta quebradas, ríos pequeños y grandes, arroyos, lagos y lagunas. Las corrientes subterráneas que transportan agua con una superficie libre también son consideradas como canales abiertos naturales. La sección transversal de un canal natural es generalmente de forma muy irregular y variable durante su recorrido, lo mismo que su alineación y las características y aspereza de los lechos”. (Civilgeeks, 2010).

Cuenca: “Depresión en la superficie de la tierra. RAE. (2018). La cuenca hidrográfica o de drenaje es un territorio drenado por un único sistema de drenaje natural, es decir, que drena sus aguas al mar o un lago corriendo sus aguas a través de un único río. La cuenca de recepción es la parte superior del curso de un torrente donde se recogen las aguas”. (ULP, 2010).

Eutrofización: “Proceso biológico de modificación del ecosistema acuático por el incremento de nutrientes orgánicos”. (Samanez *et al.*, 2014).

Precipitación: “La precipitación es cualquier forma de humedad que llega a la superficie terrestre, ya sea lluvia, nieve, granizo, niebla, rocío, etc. Determina la entrada de mayor aportación de agua a la cuenca, su cantidad y frecuencia y entre otras cosas su calidad. Los elementos necesarios para la formación de las precipitaciones son la humedad atmosférica, la radiación solar, los mecanismos de enfriamiento del aire y la presencia de núcleos higroscópicos para la condensación” (Allen, 2007).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. METODO DE INVESTIGACION.

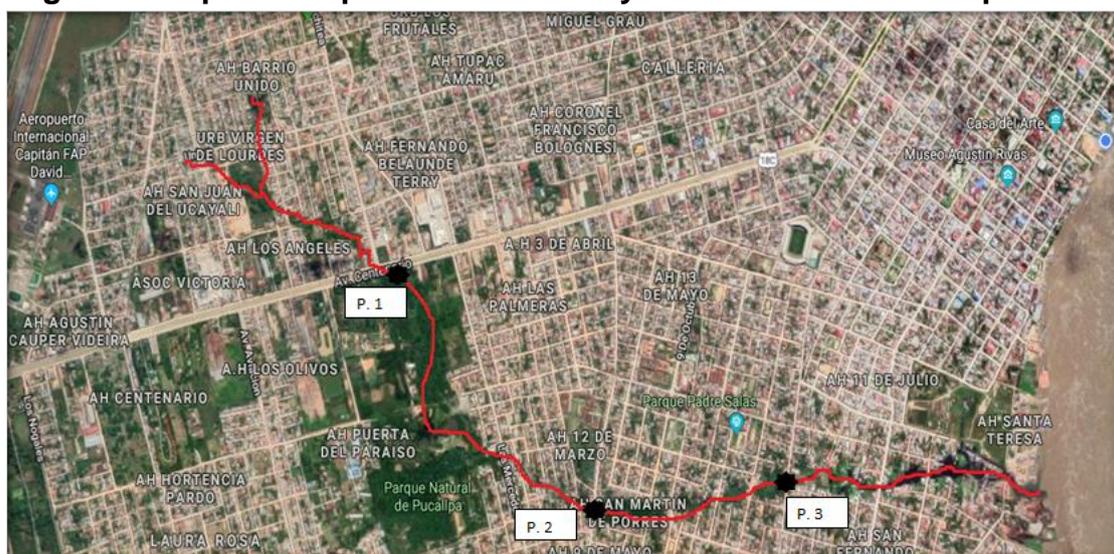
La metodología utilizada en la investigación fue el no experimental de tipo Descriptivo. “Es no experimental porque consistió en observar y medir los parámetros físico-químicos y microbiológicos, a partir de los cuales se determinó el índice de calidad a través de la metodología ICA-PE”.

La investigación se llevó a cabo en la Región Ucayali en la ciudad de Pucallpa en tres puntos previamente localizados en los distritos de: Manantay, y Callería de la quebrada Yumantay para abarcar su mayor extensión. Estos tres puntos de muestreo serán los siguientes (como se muestra en la Figura 1 y Tabla 1)

Tabla 2. Coordenadas de los puntos de muestra

Nro. punto	CORDENADAS	REFERENCIA
1	9072728/548777.5	Comprendida entre el parque Natural y la Avenida Centenario
2	9071879.4/549651.2	Avenida Colonización a la altura del puente de concreto armado
3	9071988.8/550633	Puerto Rocha, Maple Gas.

Figura 1. Mapa de la quebrada Yumantay en la ciudad de Pucallpa.



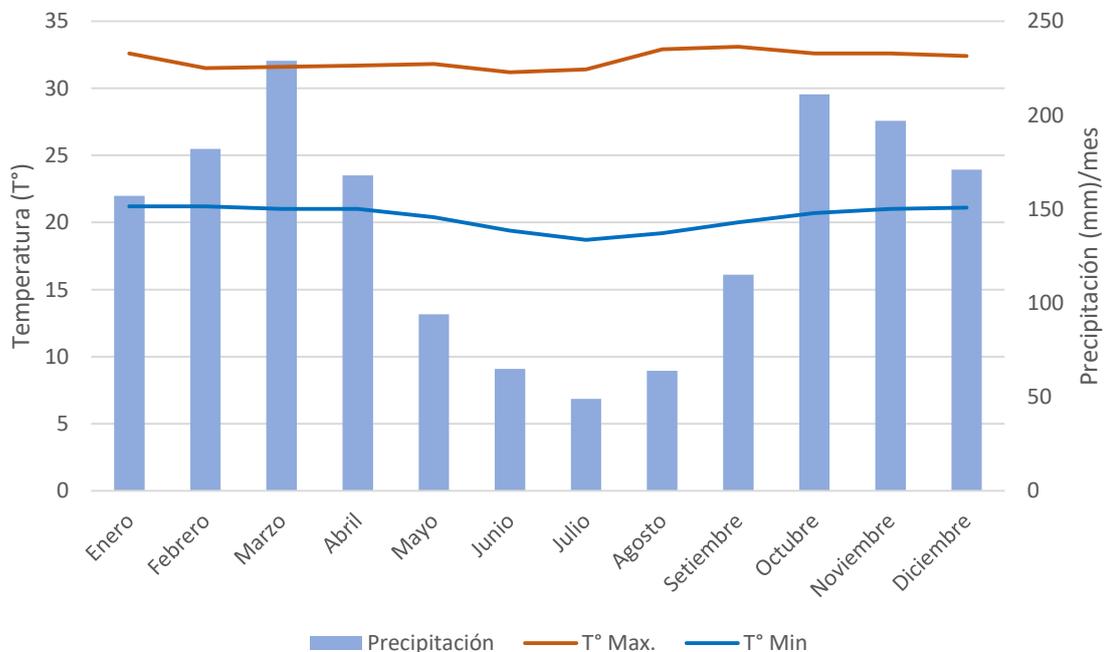
Fuente: Pérez, 2018.

3.1.1. Condiciones climáticas.

Según la clasificación climática de Köppen-Geiger “el clima es considerado Af un clima tropical, se encuentra a 154 metros sobre el nivel del mar, existe precipitaciones durante todo el año, el mes más seco presenta lluvias”.

“La temperatura media anual es de 25.8 °C, la temperatura máxima se presenta en setiembre (33.1°C) y la temperatura mínima se da en el mes de julio (18.7°C), en cuanto a la precipitación es de 2682 mm y el mes que llueve con mayor intensidad es marzo (228.5 mm/mes)” (SENAMHI, 2021).

Figura2. Datos meteorológicos de Pucallpa



Fuente. (SENAMHIN, 2020)

3.2. POBACION Y MUESTRA.

3.2.1 Población:

Está conformada por toda la extensión de la quebrada Yumantay, región de Ucayai.

3.2.2 Muestra:

El tipo de muestreo fue de tipo intencional en tres puntos definidos desde el parque natural hasta el punto más cercano a la desembocadura de la quebrada en el río Ucayali.

3.3 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

3.3.1. Colección de muestras de aguas.

Para coleccionar las muestras de aguas primero se procedió al reconocimiento de los puntos de muestreo (3), considerando su accesibilidad para facilitar la toma de muestras en cada zona.

Se emplearon una y dos botellas de vidrio de 600 ml para las muestras microbiológicas y las muestras físico-químicas, respectivamente, todas las botellas fueron bien selladas y se abrieron en campo, y se usaron guantes descartables para la manipulación de las botellas. Las muestras fueron recolectadas el 15 de marzo del 2021 a 10cm de profundidad de la quebrada.

En campo se midió la temperatura y el pH con ayuda de un termómetro digital especial para medir agua y un pH metro portátil a horas de la mañana.

Figura 2. Reconocimiento de los puntos y colecta de muestras.



3.3.2. Rotulado de muestras de aguas.

Luego de la colección de muestras “se procedió con el rotulado de las botellas de la siguiente manera, en concordancia con el Protocolo del ANA” (ANA, 2016):

- “Código del punto de muestreo
- Tipo de cuerpo de agua
- Fecha y hora de muestreo
- Nombre del responsable de la muestra (iniciales)

➤ Tipo de análisis requerido”

3.3.3. Traslado de muestras y análisis de aguas.

Luego de la toma de muestras y el rotulado las muestras de aguas fueron trasladadas a la ciudad de Lima para analizar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas. “Las muestras se analizaron en el Laboratorio de la empresa SGS (Laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de Acreditación Inacal - da con registro N° LE – 002) del Perú”.

3.3.4. Variables evaluadas

Tabla 3. Variables, dimensiones e indicador

Variables	Dimensiones	Indicador
Independiente		
- Propiedades físicas.	- Características físicas, químicas y biológicas del agua.	- Parámetros de campo:
- Propiedades químicas.		- Ph.
- Propiedades microbiológicas.		- Temperatura.
		- Oxígeno disuelto
		- Parámetros fisicoquímicos
		- Solidos totales en suspensión
		- Aceites y grasas
		- Demanda bioquímica de oxígeno.
		- Parámetros Microbiológicos
		- Coliformes fecales.
		- Coliformes totales
Dependiente		
- Calidad de Agua de la quebrada.	- Nivel de contaminación en el agua.	- Propiedades físicas, químicas y microbiológicas
		- Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua N° 004 – 2017 – MINAM

a) Variables independientes.

- **pH**

Se midió con un pH metro portátil en campo el día que se recogieron las muestras

- **Temperatura.**

Se midió con un termómetro de campo, con bulbo tubular, lleno con Mercurio (Hg), cuyas unidades, se expresan en °C, en conjunto con pH.

Para la determinación de las Propiedades químicas (Sólidos totales en suspensión, aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno) y Propiedades microbiológicas (Coliformes fecales y coliformes totales) se efectuaron en el Laboratorio de ensayo acreditado por el organismo peruano de Acreditación INACAL - DA con registro N° LE – 002) del Perú”. ANEXO 1.

A continuación se menciona el método para obtención de información por cada variable:

- **Oxígeno disuelto.**

ASTM D888 - 18 Método de prueba C; Métodos de prueba estándar para oxígeno disuelto en agua. Procedimiento de sonda instrumental Sensor basado en luminiscencia

- **Sólidos totales en suspensión**

Sólidos en suspensión secados a 103-105 ° C

- **Aceites y grasas**

ASTM D3921 - 96 (Re aprobado en 2011). Método de prueba estándar para aceite y Grasas e hidrocarburos de petróleo en agua - (Validado) 2014

- **Demanda bioquímica de oxígeno.**

Demanda de oxígeno (DBO): prueba de DBO de 5 días

- **Coliformes totales y coliformes fecales.**

Técnica de fermentación para miembros del grupo Coliforme. Total, estándar. Técnica de fermentación de coliformes

b) Variables dependientes.

- **Calidad de agua de la quebrada Yumantay.**

“La calidad de agua de la quebrada Yumantay se evaluó según el Estándar de Calidad Ambiental para aguas propuesta por el DS-004-2017 Ministerio del Ambiente-MINAN” (EL PERUANO, 2017) que a continuación se muestra:

Tabla 4. Propiedades fisicoquímicas y microbiológicas

PARAMETRO	UNIDAD	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Análisis de campo				
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Potencial Hidrogeno	pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Análisis Fisicoquímicos				
Solidos Totales en Suspensión	mg /L	1 000	1 000	1 500
Demanda bioquímica de oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Aceites y grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Análisis Microbiológicos				
Numeración de coliformes Totales	NMP/100mL	50	**	**
Numeración de coliformes Fecales o termotolerantes	NMP/100mL	20	2000	20 000

Fuente: DS-004-2017 MINAN

3.3.5. Cálculo del Índice de calidad del agua (ICA-PE)

“Para la determinación del índice de calidad de agua se aplicó la fórmula canadiense, que consiste en evaluar tres factores (alcance, frecuencia y amplitud), el cálculo matemático posee un valor único (entre 0 a 100), que representa y describe la calidad del agua (Autoridad Nacional del Agua (ANA)” (Ministerio de Agricultura y Riego, 2018).

Donde:

“F1 – Alcance:

F1= Número de parámetros que no cumplen los ECA - Agua

Número Total de parámetros a evaluar

F2 - Frecuencia:

F2= Número de los parámetros que NO cumplen el ECA - Agua de los Datos Evaluados

(Número Total de Datos Evaluados)

F3 - Amplitud:

F3= Suma Normalizada de Excedentes *100

Suma Normalizada de Excedentes + 1

Una vez que se obtuvo el Alcance, Frecuencia y Amplitud se aplicó la siguiente fórmula para conocer el índice de calidad de agua (ICA-PE)”:

$$\text{ICA - PE} = 100 - \sqrt{\frac{F1^2 + F2^2 + F3^2}{3}}$$

Los resultados obtenidos se verificaron a través del cuadro 4, realizado por (Autoridad Nacional del Agua (ANA), Ministerio de Agricultura y riego (MINAGRI), 2018):

Tabla 5. Interpretación de la Calificación ICA- PE

ICA-PE	CALIFICACIÓN INTERPRETACIÓN	INTERPRETACIÓN
100	Excelente	“La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados”
75-89	Bueno	“La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud”

45-74	Regular	“La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento”
30-44	Malo	“La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento”.
0-29	Pésimo	“La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento”.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.4.1. Técnicas.

Las técnicas que se utilizaron en el proceso de investigación fueron los siguientes: Observación, cuando se realizó el muestreo de aguas, el análisis documental: revisión bibliográfica sobre estudios anteriores y de referencias sobre trabajos de contaminación de aguas; y análisis de las propiedades fisicoquímicas y biológicas de las aguas de la quebrada Yumantay.

3.5. TRATAMIENTOS DE LOS DATOS.

Se realizó estadística básica, media, desviación estándar, coeficiente de variación, ordenada en tablas con el objetivo de realizar un análisis adecuado e inferencia estadística. “Estos datos obtenidos en el monitoreo de parámetros de campo y resultados del laboratorio de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron procesados en una hoja de cálculo del software Excel 2010 y se calculó índice de calidad ICA-PE”.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Parámetros de campo.

Tabla 6. Datos obtenidos en monitoreo de parámetros de campo.

PARAMETRO		P1	P2	PE	DES. Estándar	CV (%)
ANÁLISIS DE CAMPO	UNIDAD	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± incertidumbre	Resultado ± incertidumbre		
Temperatura	°C	27.90 ± 0.50	27.80 ± 0.50	27.90 ± 0.50	0.058	0.207
Potencial Hidrogeno	pH	7.89 ± 0.05	7.84 ± 0.05	7.90 ± 0.05	0.032	0.408
Oxígeno Disuelto	mg/L	7.29 ± 0.87	7.51 ± 0.90	7.38 ± 0.89	0.111	1.496

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 6 se observa los datos obtenidos de los parámetros de campo (Temperatura (C°), potencial de hidrogeno (pH) y oxígeno Disuelto (OD)) en los tres puntos, su desviación estándar y coeficiente de variación (%). Encontrando entre los puntos un mínimo porcentaje de variación en las tres variables de estudio menor a 1.5%.

En cuanto a la Temperatura del agua el promedio es de 27.85 °C relacionándose con la temperatura ambiente (Figura 2), para el potencial de hidrogeno y oxígeno disuelto los valores obtenidos están dentro del rango permisible (véase cuadro 3). Discrepando con (Nieto, 2015) que encontró un pH ácido de 4.79, en el año 2014.

El potencial de hidrogeno de la investigación está dentro del rango de agua natural entre 6.5 y 8.5, si los valores superaran 9.6 o sería relativamente bajo menor a 4.5, podrían ocasionar estrés a los organismos endémicos o incluso la muerte (Crites y Tc (Crites & Tchobanoglous , 2000)

Las tres variables de campo temperatura, pH y el oxígeno disuelto cumplen los ECAs (DS 004 – 2017 – MINAM), “Categoría 1: Poblacional y Recreacional,

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A1 Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección”.

4.2 Parámetros fisicoquímicos

Tabla 7. Datos obtenidos en monitoreo de parámetros de fisicoquímicos.

PARAMETRO	UNIDAD	LD	LC	P01	P02	P03	DES. Estándar	CV (%)
				Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre		
Análisis Físicoquímicos								
Sólidos Totales en Suspensión	mg /L	1	3	<u>1,592 ± 366</u>	123 ± 28	177 ± 41	832.98	132.1
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	1.0	2.6	< 2.6	< 2.6	< 2.6	---	---
Aceites y grasas	mg/L	0.2	0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	---	---

En la tabla 7 muestra los datos obtenidos de los parámetros de Físicoquímicos (Sólidos totales en suspensión (mg/L), Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L); aceites y grasas (mg/L), en los tres puntos de evaluación, su desviación estándar y coeficiente de variación (%). Encontrando una alta variación entre los puntos de evaluación para sólidos totales en suspensión debido que en el primer punto se obtuvieron datos muy elevados referentes a los otros restantes., esto se debe a las vertientes de desagüe, que hace que los sólidos en suspensión aumenten y esto por consecuencia afecte a calidad del agua y altere la formación de vida acuática.

Para las variables Demanda bioquímica de oxígeno (mg/L); aceites y grasas (mg/L), no existe variabilidad y se encuentran entre los rangos permisibles (véase cuadro 3). En cambio, para el parámetro Sólidos Totales en Suspensión el punto uno supera los valores establecidos por el ministerio del ambiente ECA 2017. (véase cuadro 3), es decir, que a medida que aumentan los sólidos suspendidos en el agua de mezclado se reduce la trabajabilidad, se retarda el tiempo de fraguado y las resistencias a compresión aumentan ligeramente con respecto a las mezclas elaboradas con agua potable., siendo preocupante debido a que Nieto, 2015 obtuvo

valores permisibles en el rango de 161-197 , en la misma quebrada, siendo que si no se trata este afluente y se sigue contaminando será irreversible la recuperación de este recurso, afectando a la población.

4.3 Parámetros de microbiológicos.

Tabla 8. Datos obtenidos en monitoreo de parámetros de microbiológicos.

PARAMETRO	UNIDAD	P01	P02	P 03	DES. Estándar	CV (%)
		Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre		
Análisis Microbiológicos						
Numeración de coliformes Totales	NMP/100mL	<u>35000</u>	<u>16000</u>	<u>35000</u>	10969.7	38.3
Numeración de coliformes Fecales o termotolerantes	NMP/100mL	<u>24000</u>	<u>3500</u>	<u>24000</u>	11835.7	68.9

En la tabla 8 se observa los datos obtenidos de los parámetros microbiológicos (Numeración de coliformes totales (NMP/100mL) y numeración de coliformes Fecales o termotolerantes (NMP/100mL) en los tres puntos, su desviación estándar y coeficiente de variación (%). Encontrando una variación en los puntos de evaluación variables de 38.3% y 68.9% respectivamente.

Este resultado es coherente con el deterioro paulatino, a lo largo del curso de la Quebrada, de los valores de los parámetros.

Al evaluar los datos en todos los puntos de evaluación y en los parámetros microbiológicos, se encontraron sobrestimación de valores, sobrepasando el rango permisible según el ministerio del ambiente ECA 2017 (Véase tabla 3). Por lo expuesto anteriormente es preocupante ya que estos valores sobreestimados más del 100% del valor asignado por parámetro, muestra el interés tan grande en estudiar la calidad de agua.

Concordando con Nieto, 2015 que encontró hace siete años valores muy semejantes en cuanto a coliformes totales, siendo una preocupación y falta

conciencia de la población, ya que vierten a la quebrada todo tipo de desechos, y sobre todo desechos fecales, alterando las propiedades del agua y cada día afectando su calidad.

4.4 Índice de calidad ICA-PE

Tabla 9. Resultados del índice de calidad de agua ICA-PE según los estándares de calidad ECA 2017 para la quebrada Yumantay.

PARAMETRO	UNIDAD	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Nro. De parámetros que no cumplen	Nro.	3	3	3
Nro. Total de parámetros a evaluar	Nro.	8	8	8
Nro. De datos que no cumplen el ECA	Nro.	7	7	6
Nro. total de datos	Nro.	24	24	24
F1-Alcance	%	37.5	37.5	37.5
F2-Frecuencia	%	29.2	29.2	25.0
F3 –Amplitud	%	99.4	98.6	98.6
ICA-PE	%	36.4	36.8	37.4
Interpretación	Calificación	MALA	MALA	MALA

En la tabla 9 se puede observar los valores de Índice de calidad de agua (ICA-PE) obtenidos por “Categoría 1: Poblacional y recreacional, en la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, dividida en A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección; A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional y A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado. Encontrando en las tres subcategorías un ICA-PE naranja representada por calidad Mala, es decir la calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento”.

Se puede contemplar que a pesar de solo tener tres parámetros de ocho que no cumplen los estándares de calidad ECA 2017, los valores sobrestimados de los datos del parámetro microbiológico influyen en los resultados obteniendo en los tres

puntos que representan a toda la quebrada de Yumantay un valor de 36.4% a 37.4% de ICA-PE que representa que se requiere de un tratamiento al recurso hidrológico ya que la calidad de agua es mala para consumo directo por la población, concordando con Nieto.(2015) que ha encontrado coliformes termotolerantes mayor a 35 millones en setiembre 2014, en dicha quebrada, preocupantes cifras, hasta la fecha no se realizan campañas de sensibilización ni saneamiento a estas aguas.

Por otro lado, Rubio, Ortiz, Quintana, Saucedo, Ochoa, & Rey (2014), en su investigación desarrollada en México en la presa la boquilla en chihuahua considera a la presa como adecuada para la agricultura, uso pecuario y producción piscícola. “El ICA fue calculado para 0.30 m y 15.0 m de profundidad aplicando una ecuación universal. Los rangos de las variables evaluadas fueron como sigue: pH de 7.6 a 9.1; OD de 4.9 a 12.1mg L⁻¹; T de 11.6 a 25.5°C; CE de 173 a 219 μS cm⁻¹; SDT de 152.9 a 187.08 mg L⁻¹; DT de 295 a 360 mg L⁻¹, turbidez de 1.66 UTN a 4.75 UTN y Cl⁻ de 2.91 a 10.37 mg L⁻¹. El ICA promedio para la profundidad de 0.30 m fue de 2.7 que cataloga al agua como buena”, a diferencia de lo encontrado por la investigación.

Además, Hernández-Álvarez, Pinedo-Hernández, Paternina-Uribe, & Marrugo-Negrete, 2018) en un estudio en la microcuenca de la quebrada Jui, enmarcada dentro de la cuenca alta del río Sinú, región Caribe de Colombia, recurso hídrico utilizado por la población rural para consumo, riego y saneamiento; , recibe cargas contaminadas de centros poblados en su área de influencia, que corresponden al vertimiento de aguas residuales, afluentes de laguna de oxidación, actividades ganaderas, extracción de arena, agricultura de pancoger y cultivos no formales Las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, se analizaron empleando los métodos estandarizados de la American Public Health Association. Los plaguicidas, se cuantificaron por el método cromatografía de gases con espectrometría de masas (GC-MS). En promedio, el ICA fue 74,1, clasificando la fuente hídrica con buena calidad.

Analizando la resolución de la formula ICA-PE a pesar de encontrarse un alcance y frecuencia menor a 37.4%, es la amplitud que llega hasta un 99.4 % debido a los excedentes, ya que si se evaluarían de forma individual se podría suponer que contamos con una calidad de agua buena, pero los excedentes que se pueden completar en la amplitud influyen en los resultados encontrándose un calidad de agua calificada como mala, marcando de color anaranjado y que es necesario para su consumo realizar un tratamiento avanzado siendo ideal para ser potable.

Estos resultados son importantes, porque al perder el recurso, afectaría a la población, el agua emitiría olores fétidos, contaminado el aire, afectaría la población de peces y vida acuática, afectaría al río Ucayali, siendo contaminado y afectando su calidad, siendo el río un afluente importante en nuestra región, pero que lamentablemente no se hace conciencia, ni campaña, ni programas de mejora.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- A partir de la aplicación del ICA-PE, se observa que la calidad de agua de la quebrada Yumantay va reduciendo a medida que avanza su cauce, debido a los vertimientos de aguas residuales que existen a lo largo de su trayectoria y a la población aledaña a la quebrada.
- Fueron ocho parámetros evaluados para calcular el índice de calidad ICA-PE, obteniéndose un promedio de 36.9%, calificando la calidad del agua de la quebrada Yumantay como mala, no apta para consumo humano.
- Con relación a los sólidos disueltos totales, el punto que cuenta con mayor cantidad de población urbana se encuentra por encima de los LMP establecidos en las normas para calidad de agua de consumo D.S N° 004-2017-MINAM.
- El número de coliformes totales y fecales superan los límites de tolerancia establecidos por la autoridad ambiental reguladora en toda la quebrada Yumantay con excedentes muy elevados influyendo en los resultados obtenidos.
- El resultado de los análisis de laboratorio, muestra que existe contaminación y es necesario realizar un tratamiento avanzado del agua para el consumo humano.

5.2 Recomendaciones

- Promover capacitación y campañas de sensibilización en el distrito de Manantay para dar a conocer a la población acerca de las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas del agua de la quebrada Yumantay y su calidad, asimismo la población estar al tanto que actividades antrópicas ponen en riesgo su salud y calidad del agua.
- Considerar este trabajo de investigación para que el gobierno local del distrito de Manantay y el Gobierno Regional realice un proyecto de saneamiento básico y tratamiento de agua, mejorando la calidad de agua.
- Realizar monitoreo constante, evaluaciones periódicas (época de estiaje y lluvia) en la quebrada Yumantay, para determinar qué actividades influyen en la calidad del agua.
- Incentivar a la población, al gobierno regional, local en participar activamente en el desarrollo y ejecución de proyectos de saneamiento, para la mejora de calidad de agua.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Autoridad Nacional del Agua (ANA), Ministerio de Agricultura y riego (MINAGRI). (2018). *METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA ICA-PE, APLICADO A*. El Palomar, San Isidro / Lima, Perú: Editado por Autoridad Nacional del Agua - Calle Diecisiete N° 355.
- Allen B. (2007). Hidrología Básica y aplicada. Grupo de Investigación en Transporte de Sedimentos (GITS). <http://www.upct.es/~minaeees/hidrologia.pdf>.
- Barba L.H. (2002). Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición 21p. Universidad del Valle. Facultad de Ingenierías. Escuela de Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente.
- Civilgeeks (2010). Conceptos y elementos de un canal. <http://civilgeeks.com/2010/11/10/conceptos-y-elementos-de-un-canal/>
- Crites , R., & Tchobanoglous , G. (2000). Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados. *McGraw-Hill Interamericana*, 1084 p.
- Díaz E. A. (2009). Migración y Urbanización de la Región Ucayali: 1981-2007. *Investigaciones Sociales*. Vol. 13 N° 22, pág. 117-138. UNMS. Lima, Perú.
- EL PERUANO. (07 de Junio de 2017). DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM. *Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones complementarias*, pág. 10P.
- Escudero Contreras, B., Pereyra Olarte, S. B., & Sáenz Sánchez, C. (2016). *Estudio Físico-Químico y Bacteriológico, de la Quebrada Zaragoza, Ciudad de Nauta - Loreto*. Loreto: UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA, FACULTAD DE INGENIERÍA QUIMICA.
- Hernández-Álvarez, U.; Pinedo-Hernández, J.; Paternina-Urbe, R.; Marrugo-Negrete, J.L. 2021. Evaluación de calidad del agua en la Quebrada Jui, afluente del río Sinú, Colombia. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 24(1):e1678. <http://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1678>
- Marin L.C. (2012). Calidad del agua de la laguna Yarinacocha para uso recreacional. Tesis para optar Ingeniero en recursos naturales renovables mención

conservación de suelos y agua. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María – Perú.

Nieto A.S. (2015). Niveles de contaminación de los cuerpos de agua en el departamento de Ucayali. Foro Académico. Fiscalización Ambiental y Desarrollo Sostenible en la Región Ucayali. Ucayali – Perú.

Plan de Desarrollo Urbano de Coronel portillo (2017). PDU – Diagnostico. 430 p. Ucayali – Perú.

Pinchi, U. (2015). *DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE CONTAMINACIÓN DE LA Pucallpa/Perú*: Fundacion Universitaria Iboamericana.

Real Academia Española (RAE). (2018). Diccionario de la Real Academia Española. <http://dle.rae.es/>

Rubio, O., Ortiz, R. C., Quintana, R. M., Saucedo, R. A., Ochoa, J. M., & Rey, N. I. (2014). ÍNDICE DE CALIDAD DE AGUA (ICA) EN LA PRESA LA BOQUILLA EN. *Ecosistemas y recursos acuaticos*, 1(2):139-150,2014, 12 pag.

Samane, V. I; Rimarachín Ch, V; Palma G, C; Ortega T. H; Correa R. V y Hidalgo D. M. (2014). Métodos de colecta, identificación y análisis de comunidades biológicas: plancton, perifiton, bentos (macro invertebrados) y necton (peces) en aguas continentales del Perú. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Museo de Historia Natural. Departamentos de Limnología e Ictiología. Ministerio del Ambiente. Lima – Perú. 75 pp.

SENAMHI. (30 de Enero de 2021). *SENAMHI/Ministerio del Ambiente*. Obtenido de SENAMHI: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=ucayali&p=pronostico-detalle>

Anexo1:

Resultados- Informe de ensayo Monitoreo de Calidad de Agua



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2012038 Rev. 0**

TRANSTOTAL LOGISTICA SELVA S.A.
JR. DOS DE MAYO NRO. 228 (JR DOS DE MAYO 280)

ENV / MO-350294-003

PROCEDENCIA : PRINCIPAL

Fecha de Recepción SGS : 01-04-2021

Fecha de Ejecución : Del 15-03-2021 al 22-03-2021

Muestreo Realizado Por : Personal de Operaciones de SGS

Estación de Muestreo
A-01: AGUA SUPERFICIAL PARQUE NATURAL Y AVENIDA CENTENARIO
A-02: AGUA SUPERFICIAL COLONIZACION -PUENTE CONCRETO ARMADO.
A-03: AGUAS SUPERFICIAL PUERTO ROCHA-MAPLE GAS

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 25/03/2021

Frank M. Julcamoro Gulspe
C.Q.P. 1033
Coordinador de Laboratorio

Elizabeth V. Capuñay España
C.B.P 6508
Coordinador de Laboratorio Microbiología

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 1 de 5



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2012038 Rev. 0

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					A-01: AGUA SUPERFICIAL PARQUE NATURAL Y AVENIDA CENTENARIO. 9072728 N/546777 E 15/03/2021 09:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL	A-02: AGUA SUPERFICIAL COLONIZACION - PUENTE CONCRETO ARMADO 9071879 N / 546651 E 15/03/2021 10:00:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre	Resultado ± Incertidumbre
Análisis de Campo						
Temperatura	EW_APH42550B	°C	--	--	27.90 ± 0.50	27.50 ± 0.50
Potencial de Hidrógeno	EW_APH42500FB_CPE	pH	--	--	7.80 ± 0.05	7.84 ± 0.05
Oxígeno Disuelto	EW_ASTMD688	mg/L	--	--	7.25 ± 0.87	7.51 ± 0.90
Análisis Físicoquímicos						
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APH42540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	1.902 ± 396	123 ± 28
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APH4210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6	<2.6
Acidias y Grasas	EW_ASTMD3321	mg/L	0.2	0.4	<0.4	<0.4
Análisis Microbiológicos						
Numaración de Coliformes Totales	EW_APH4221B	NMP/100 mL	--	--	3500	3500
Numaración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APH4221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	2400	2400

IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA					A-03: AGUAS SUPERFICIAL PUERTO ROCHA-MAJLE GAS. 9071988 N / 550203 E 15/03/2021 09:30:00 AGUA NATURAL AGUA SUPERFICIAL
Parámetro	Referencia	Unidad	LD	LC	Resultado ± Incertidumbre
Análisis de Campo					
Temperatura	EW_APH42550B	°C	--	--	27.90 ± 0.50
Potencial de Hidrógeno	EW_APH42500FB_CPE	pH	--	--	7.90 ± 0.05
Oxígeno Disuelto	EW_ASTMD688	mg/L	--	--	7.38 ± 0.89
Análisis Físicoquímicos					
Sólidos Totales en Suspensión	EW_APH42540D	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	1	3	177 ± 41
Demanda Bioquímica de Oxígeno	EW_APH4210B	mg/L	1.0	2.6	<2.6
Acidias y Grasas	EW_ASTMD3321	mg/L	0.2	0.4	<0.4
Análisis Microbiológicos					
Numaración de Coliformes Totales	EW_APH4221B	NMP/100 mL	--	--	18000
Numaración de Coliformes fecales o termotolerantes	EW_APH4221E_NMP	NMP/100 mL	--	--	3600

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

Las muestras recibidas cumplen con las condiciones necesarias para la realización de los análisis solicitados.

En el caso de análisis de campo la fecha de ejecución del mismo corresponde a la fecha de muestreo.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2012038 Rev. 0**

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
 MB: Blanco del proceso.
 LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
 MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
 MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
 Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

Parámetro	Unidad	LC	MB	DUP %RPD	LCS %Recovery	MS %Recovery
Acetas y Grasas	mg/L	0.4	<0.4	0%	90%	90%
Sólidos Totales en Suspensión	mg Sólidos Totales en Suspensión/L	3	<3	0 - 5%	97 - 100%	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	2.8	<2.8	2%	99 - 101%	

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 3 de 5

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3348 | Calleo 1 | Calleo | t (011) 517 1900 | www.sgs.pe
 Ernesto Gunther 275 | Parque Industrial | Arequipa | t (054) 213 505 | Pe.servicios@sgs.com
 Jr. Arnaldo Márquez | Ba. San Antonio | Cajamarca | t (075) 366 092

Miembro del Grupo SGS

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2012038 Rev. 0**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

Referencia	Sede	Parámetro	Método de Ensayo
EW_APHA2540D	Callao	Sólidos Totales en Suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D; 23rd Ed. 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C
EW_APHA2550B	Callao	Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550-B; 23rd Ed. 2017. Temperature, Laboratory and Field Method
EW_APHA4500HB_OPE	Callao	Potencial de Hidrógeno.	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B; 2017; 23rd Ed. pH Value. Electrometric Method.
EW_APHA5210B	Callao	Demanda Bioquímica de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;23rd Ed. 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test
EW_APHA5221B	Callao	Numeración de Coliformes totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5221B, 23rd Ed. 2017; Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
EW_APHA5221E_NMP	Callao	Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium).
EW_ASTMD3921	Callao	Aceites y Grasas	ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water -(Validado)2014
EW_ASTMD888	Callao	Oxígeno Disuelto.	ASTM D888 - 18 Test Method C; Standard Test Methods for Dissolved Oxygen in Water. Instrumental Probe Procedure Luminescence Based Sensor



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA2012038 Rev. 0**

REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE MUESTREO

Tipo de Muestra	Procedimiento de Muestreo	Descripción	Plan de Muestreo
AGUA SUPERFICIAL	INS-PEHS.1	Muestreo y Medición de la Calidad del Agua	35024-1/2000

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/le-002/terminos-y-condiciones.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio, su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.
Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

Última Revisión Julio 2015

Este documento es válido solo en entorno electrónico, de imprimirse pierde validez.

Página 5 de 5

SGS del Perú S.A.C. | Av. Elmer Faucett 3346 | Callao 1 | Callao | t (011) 517 1900 | www.sgs.pe
Ernesto Gunther 275 | Parque Industrial | Arequipa | t (054) 213 506 | e Pe.servicios@sgs.com
Jr. Arnaldo Márquez | Ba. San Antonio | Cajamarca | t (075) 366 082

Miembro del Grupo SGS