

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis
fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado
Colpa Baja, distrito de Huánuco, Huánuco-2023**

**Para optar el título profesional de:
Ingeniero Ambiental**

Autores:

Bach. Rocio Elvia ENCARNACION BUSTILLOS

Bach. Jheymis Miguel VALLE SAMANIEGO

Asesor:

Mg. Anderson MARCELO MANRIQUE

Cerro de Pasco – Perú - 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



T E S I S

**Evaluación de la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis
fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado
Colpa Baja, distrito de Huánuco, Huánuco-2023**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. Luis Alberto PACHECO PEÑA
PRESIDENTE

Mg. Lucio ROJAS VÍTOR
MIEMBRO

Dr. Eleuterio Andrés ZA VALETA SANCHEZ
MIEMBRO



Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión

Facultad de Ingeniería

Unidad de Investigación

INFORME DE ORIGINALIDAD N° 034-2024-UNDAC/UIFI

La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión en mérito al artículo 23° del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos Profesionales aprobado en Consejo Universitario del 21 de abril del 2022, La Tesis ha sido evaluado por el software antiplagio Turnitin Similarity, que a continuación se detalla:

Tesis:

“Evaluación de la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis físicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja, distrito de Huánuco, Huánuco-2023”

Apellidos y nombres de los tesistas:

Bach. ENCARNACIÓN BUSTILLOS, Rocío Elvia

Bach. VALLE SAMANIEGO, Jheysmis Miguel

Apellidos y nombres del Asesor:

Mg, MARCELO MANRIQUE, Anderson

Escuela de Formación Profesional

Ingeniería Ambiental

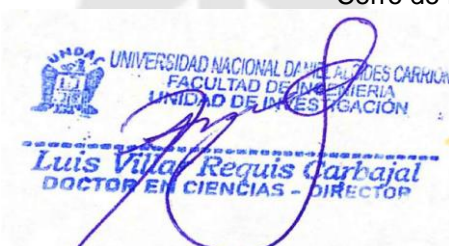
Índice de Similitud

30 %

APROBADO

Se informa el Reporte de evaluación del software similitud para los fines pertinentes:

Cerro de Pasco, 08 de marzo del 2024


UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
Luis Villar Requies Carbajal
DOCTOR EN CIENCIAS - DIRECTOR

DEDICATORIA

A nuestros padres, hermanos, y mejores amigos que nos acompañaron durante nuestro proceso de formación profesional.

AGRADECIMIENTO

Nos gustaría agradecer a algunas personas que nos sirvieron las condiciones y causas que nos permitieron realizar este proyecto. Gracias a Dios y a nuestros padres por su continua amabilidad, apoyo y amor que hicieron todo esto posible. Gracias a nuestros hermanos por su desbordante ánimo en cada momento complicado. Gracias a los muchos colegas que nos acompañaron en nuestra formación profesional, espero que siempre caminemos uno al lado de otro.

RESUMEN

Para realizar este trabajo se planteó el siguiente objetivo, Evaluar la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023. La investigación es cuantitativa correlacional, descriptiva, de carácter no experimental de corte transversal. La población está dada por el río Huallaga y la muestra se considera la boca toma de la acequia de regadío de Colpa Baja donde se toman las muestras para los análisis respectivos. Para el desarrollo de este estudio se utilizaron las siguientes técnicas de recolección de datos: se determinó en primer lugar los puntos de monitoreo, luego mediante el uso de frascos esterilizados de un litro se tomaron las muestras de acuerdo a las normas establecidas, a las cuales se les vertió un preservante y sellados se colocaron en un cooler con hielo y remitidos al laboratorio certificado por INACAL para sus respectivos análisis de los indicadores requeridos. Se utilizó como instrumento el multiparámetro HANNA HI 98194 que sirvió para la recolección de datos in situ, previamente calibrado con los Buffer correspondientes. Se concluye que la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos para el riego agrícola en el centro poblado de Colpa Baja y se ha llegado a establecer que el agua cumple con la calidad para este uso con algunos tratamientos como para el DQO que no cumple para este indicador y los nitritos que si cumple pero que por ser cercano al parámetro de restricción puede ser perjudicial a la calidad.

Palabras clave: Calidad de agua de riego, parámetros fisicoquímicos, parámetros microbiológicos.

ABSTRACT

To carry out this work, the following objective was set: Evaluate the quality of the water of the Huallaga River through physicochemical and microbiological analysis for agricultural irrigation in the Colpa Baja town center in the district of Huánuco, province of Huánuco-2023. Quantitative correlational, descriptive, non-experimental cross-sectional research. The population is given by the Huallaga River and the sample is considered the mouth of the Colpa Baja irrigation ditch where the samples are taken for the respective analyses. To develop this study, the following data collection techniques were used: first, the monitoring points were determined, then, using sterilized one-liter bottles, samples were taken according to established standards, to which A preservative was poured and sealed, they will be placed in a cooler with ice and sent to the laboratory certified by INACAL for their respective analysis of the required indicators. The HANNA HI 98194 multiparameter was used as an instrument, which was used for in situ data collection, previously calibrated with the corresponding Buffers. It is concluded that. It is concluded that the quality of the water of the Huallaga River through physicochemical and microbiological analyses for agricultural irrigation in the town center of Colpa Baja has been established that the water meets the quality for this use with some treatments such as the COD that does not comply for this indicator and the nitrites that do comply but because they are close to the restriction parameter can be detrimental to the quality.

Keywords: Irrigation water quality, physicochemical parameters, microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

La contaminación ambiental en el mundo ha sido y será siendo uno de los problemas más álgidos que va en desmedro de los ecosistemas y por lo tanto en la salud de los seres vivos los cuales generan enfermedades cancerígenas y otros tipos de trastornos.

La agricultura es una de las actividades cuyos productos alimenticios son de mala calidad por el uso de aguas contaminadas de diversas maneras como aguas residuales mineras y otras formas de industrias, así también por aguas cérvidas o de uso doméstico que discurren a los ríos, cuyas aguas se usan para el riego de vegetales y por los insecticidas, fungicidas y fertilizantes.

En Latinoamérica la contaminación de las aguas superficiales como de los ríos de los cuales se toman las aguas para el uso de riego agrícola, se hacen por aguas residuales mineras mayormente, y, en menor cantidad por otro tipo de industria.

En el Perú los principales riesgos de contaminación son las aguas vertidas por la industria minera, las cuales operan mayormente en los andes tal es el caso de las aguas vertidas sobre el río Moche el cual presenta una alta contaminación, el río Mantaro de la misma manera y otros. Entonces nos plantemos la pregunta ¿Cuál es la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023?, para lo cual nos planteamos la hipótesis La calidad del agua mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos del río Huallaga no es apta para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023. El objetivo principal es entonces Evaluar la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema.....	1
1.2. Delimitación de la investigación.....	2
1.2.1. Delimitación espacial	2
1.2.2. Delimitación temporal.....	2
1.2.3. Delimitación teórica	2
1.3. Formulación del problema	3
1.3.1. Problema general.....	3
1.3.2. Problemas específicos	3
1.4. Formulación de objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Justificación de la investigación	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	4

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO	5
------------------------------------	---

2.2.	Bases teóricas científicas	10
2.3.	Definición de términos básicos	14
2.4.	Formulación de hipótesis	17
2.4.1.	Hipótesis general	17
2.4.2.	Hipótesis específicas	17
2.5.	Identificación de variables	17
2.5.1.	Variable independiente.....	17
2.5.2.	Variable dependiente.....	17
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores	18

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	Tipo de Investigación.....	19
3.2.	Nivel de investigación.....	19
3.3.	Métodos de investigación.....	19
3.4.	Diseño de investigación	20
3.5.	Población y muestra	20
3.5.1.	Población.....	20
3.5.2.	Muestra.....	20
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	20
3.7.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación.....	21
3.8.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos	21
3.9.	Tratamiento estadístico	21
3.10.	Orientación ética filosófica y epistémica	22

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo	23
4.1.1. Ubicación donde se realizó el trabajo de campo	23
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados	24
4.3. Prueba de hipótesis.....	43
4.4. Discusión de resultados.....	43

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Datos de potencial de Hidrogeno	25
Tabla 2: Datos de la conductividad eléctrica.....	25
Tabla 3: Datos de aceites y grasa	26
Tabla 4: Demanda bioquímica de oxígeno.....	27
Tabla 5: Datos del oxígeno disuelto	27
Tabla 6: Datos de cloruros.....	28
Tabla 7: Datos de Sulfatos.....	29
Tabla 8: Datos de Nitritos	30
Tabla 9: Datos de bicarbonatos	31
Tabla 10: Datos de Cadmio	31
Tabla 11: Datos de Cobre	32
Tabla 12: Datos de Cobalto	33
Tabla 13: Datos del Boro.....	34
Tabla 14: Datos del Bario.....	35
Tabla 15: Datos del Manganeso	36
Tabla 16: Datos del Níquel.....	37
Tabla 17: Datos del Hierro	38
Tabla 18: Datos del Plomo	39
Tabla 19: Datos del Zinc	40
Tabla 20: Datos de los coliformes termotolerantes	41
Tabla 21: Datos de Escherichia Coli	42

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Potencial de Hidrógeno	25
Cuadro 2: Conductividad eléctrica.....	26
Cuadro 3: Aceites y grasas.....	26
Cuadro 4: Demanda bioquímica de oxígeno.....	27
Cuadro 5: Oxígeno Disuelto	28
Cuadro 6: Cloruros.....	29
Cuadro 7: Sulfatos.....	30
Cuadro 8: Nitritos	30
Cuadro 9: Bicarbonatos.....	31
Cuadro 10: Cadmio	32
Cuadro 11: Cobre	33
Cuadro 12: Cobalto	34
Cuadro 13: Boro.....	35
Cuadro 14: Bario.....	36
Cuadro 15: Manganeso	37
Cuadro 16: Níquel.....	38
Cuadro 17: Hierro	39
Cuadro 18: Plomo	40
Cuadro 19: Zinc	41
Cuadro 20: Coliformes termotolerantes.....	42
Cuadro 21: Escherichia coli	42

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Identificación y determinación del problema

Considerando que la agricultura es una de las actividades más importante del ser humano, por ser prioritaria el abastecimiento de alimentos, que se va incrementando dicha necesidad al ritmo del crecimiento de la población mundial.

Por tal razón el agua de riego agrícola en el mundo debe cumplir con un estándar de calidad adecuada para este uso, pero lamentablemente en estos últimos tiempos la contaminación de las fuentes de agua de los ríos, lagos y lagunas se han incrementado debido a la falta de drasticidad de las leyes que regulan las actividades diversas de la industria y residuos sólidos generados por la población.

En la región Latinoamericana, la contaminación de las aguas superficiales es muy frecuentes por discurrimientos de las aguas residuales vertidas por las industrias, residuos sólidos de tipo doméstico, etc.

En el caso del Perú la contaminación de los ríos se da sin discreción, debido a las malas autoridades de turno que no hacen cumplir las leyes,

haciéndose de la vista gorda, como es el caso del río Moche en la Libertad, el río Sanjuan en Pasco y otros ríos del sur como del río Coralaque y el río tambo en las alturas de Moquegua, generadas por el proyecto Florencia Tucari, perteneciente a la minera Arutani SAC como lo menciona.

En el departamento de Huánuco las tierras agrícolas cercanas a las riberas del río Huallaga son irrigadas con sus aguas, las cuales en este sector se presume que están siendo contaminadas por las aguas residuales de las industrias que se encuentran cerca del río y por las aguas servidas que se viene arrastrando de todos los pueblos rivereños como Huariaca, San Rafael, Tomayquichua, Ambo, Cayhuaina y el Distrito de Huánuco.

Esta investigación se propone como objetivo Evaluar la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja en el distrito de Huánuco-Huánuco.

1.2. Delimitación de la investigación

1.2.1. Delimitación espacial

Este proyecto se desarrolló en el departamento de Huánuco Provincia de Huánuco centro poblado de colpa Baja

1.2.2. Delimitación temporal

El proyecto se desarrolló en 2023

1.2.3. Delimitación teórica

El objetivo del presente trabajo de investigación se basa en la determinación de la calidad del agua para uso agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco – Huánuco.

1.3. Formulación del problema

1.3.1. Problema general

¿Cuál es la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del Distrito de Huánuco, Provincia de Huánuco-2023?

1.3.2. Problemas específicos

1. ¿Cuáles son los indicadores fisicoquímicos presentes en el agua para riego en el centro poblado Colpa Baja en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023?
2. ¿Cuáles son los indicadores microbiológicos presentes en el agua para riego en el centro poblado Colpa Baja en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023?

1.4. Formulación de objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023.

1.4.2. Objetivos específicos

1. Determinar los indicadores fisicoquímicos presentes en el agua del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023.
2. Determinar los indicadores microbiológicos presentes en el agua del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023.

1.5. Justificación de la investigación

El presente trabajo de investigación amerita, por la razón que las aguas del río Huallaga tomadas para riego agrícola en el centro poblado de Colpa Baja distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, al parecer tienen un cierto grado de acidez o en todo caso presentan dureza debido a que los agricultores usan cal en las aguas de riego para el ablandamiento en forma temporal.

La importancia de esta investigación es determinar el grado de contaminación que existe en las aguas del río Huallaga usadas para riego agrícola en el centro poblado de Colpa Baja.

Los resultados obtenidos de esta investigación serán dados a conocer a los afectados (agricultores) del centro poblado de Colpa Baja para que puedan adoptar las prevenciones correspondientes a través de las autoridades correspondientes.

1.6. Limitaciones de la investigación

Las limitaciones que se presentaron fueron de índole económico, por el costo que se generó en los análisis de las muestras en el laboratorio certificado y el apoyo de personal en la visita del lugar donde se presenta el problema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de estudio

Internacionales

Quinteros y otros (2019) en su artículo **Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco**. En el estudio de investigó la influencia del agua utilizada en el riego de cultivos sobre la producción agrícola y el deterioro del suelo. El objetivo de la investigación fue evaluar la cantidad y calidad del agua disponible para el riego de un cultivo sustentable de quinua en la quebrada Togllahuayco, parroquia Guangopolo, Ecuador. Los resultados de la investigación en la quebrada Togllahuayco revelaron que esta fuente de agua tiene un volumen anual de 23,347.95 metros cúbicos, mientras que solo se requieren 6,747.5 metros cúbicos al año para el cultivo de quinua. Para evaluar la calidad del agua, se tomaron muestras y se realizaron análisis de la concentración de sodio, potasio, calcio, magnesio, carbonatos, bicarbonatos, sulfatos y cloruros. Además, se calculó el índice de relación de adsorción de sodio (RAS) como parte del estudio. La

aplicación del método de Pearson reveló una correlación entre el índice de relación de adsorción de sodio (RAS) y la conductividad eléctrica en el agua. El RAS se calculó en 3.94 meq/L, y la conductividad eléctrica (CE) se registró en 324 uS/cm. Según la clasificación de Richards, el agua se categoriza como C2S1, lo que significa que es adecuada para riego debido a su baja salinidad y un nivel moderado de contenido de sodio. Estos resultados ofrecen una base sólida para la implementación de un plan de gestión sostenible de los recursos hídricos y una administración adecuada del suelo en la quebrada Togllahuayco. Además, se recomienda tomar medidas para la restauración ecológica de la quebrada y la prevención de la erosión y el desgaste del suelo.

Guerra (2022) en su tesis **Evaluación de la Calidad de Agua Para Riego en Unidades Productivas Agrícolas en el Departamento de Sucre, Colombia.**

En su investigación se enfocó en analizar la calidad del agua de fuentes superficiales empleadas en sistemas de riego en 141 explotaciones agrícolas operadas por pequeños agricultores en cinco municipios prioritarios del departamento de Sucre, en el norte de Colombia. Para el desarrollo de esta investigación se hizo monitoreros a las fuentes de agua utilizadas para cada propiedad agrícola, tomando muestras para el análisis de 22 indicadores fisicoquímicos, los cuales se contrastaron con los parámetros internacionales de la FAO y la OMS, tomando como prioridad la salinidad y la sodicidad, para la determinación de las aguas para riego de la misma forma para los demás indicadores. Los resultados de análisis determinan que el agua es apta para uso de riego, siendo hací que los resultados de algunos indicadores dieron los siguiente valores: el pH con valores que osilan enter 9,32 y 4,40, la conductividad eléctrica con valores de que dieron entre 66 μ S/cm y 19,80 μ S/cm, los resultados

de los sólidos disueltos totales dieron un valor mínimo de 11,80mg/L y un valor máximo de 478mg/L, la relación adsorción de sodio con valores de 1,72meq/L y 0,01meq/L. Las concentraciones de aniones y Cationes que se encuentran dentro de los límites establecidos por la FAO Y la OMS. Por lo tanto las aguas se clasificaron con bajas concentraciones de sales y sodio, es decir, como C1S1 y C2S1, por lo que también significa que las aguas están aptas para uso de riego de tipo I y de tipo II.

García (2020) en su tesis Evaluación de calidad de agua para riego en zona Centro - Norte de Chile y desarrollo de un proceso preliminar costo efectivo, para disminuir algunos excesos que incumplen la NCh 1333. El agua de riego usada en la producción agrícola en la región Norte de O'Higgins ha ido en desmedro de su calidad, con el aumento de la salinidad y metales pesados. Estos agentes generan condiciones desfavorables para la realización de la fotosíntesis y el desarrollo de los frutos agrícolas con deformaciones, ocasionando pérdidas económicas en el sector. Por tal motivo el centro Fondap de recursos hídricos para la agricultura y minería (CRHIAM) puso en marcha un estudio minucioso, teniendo en cuenta diferentes disciplinas científicas relacionadas con la calidad del agua, cuyo diagnóstico de calidad de las muestras tomadas en tres cuencas importantes que bañan este sector agrícola en Chile. Los resultados obtenidos dieron concentraciones inadecuadas de Boro, Cadmio, Mercurio y Molibdeno, para lo cual se hizo uso de procedimientos de bajo costo para la disminución de sales y metales pesados en las aguas de uso agrícola, mediante el método de floculación de arcilla.

Mendez & González (2009) en su artículo Evaluación de la calidad del agua de riego usada en los cultivos de arroz de la zona alta de la meseta de la

ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia), el objetivo de estos investigadores fue evaluar la calidad del agua utilizada en el riego de los cultivos de arroz en la parte alta de la meseta de Ibagué, teniendo como referencia los parámetros establecidos por la FAO. Por tal motivo se hizo un estudio de la capacidad de infiltración y salinidad del agua en los suelos agrícolas. Los canales Combeima, San Isidro y Ambafer, los cuales proveen agua a la mayor parte de los campos en la región de estudio, fueron objeto de un examen en cuanto a su conductividad eléctrica (CE) y su relación de adsorción de sodio verdadera (RASV). Los análisis arroja una salinidad adecuada. En lo que respecta a la velocidad de infiltración, se determinó que el uso del agua proveniente de los tres canales plantea un riesgo que varía de bajo a moderado, sin embargo, los canales Combeima y San Isidro se consideran especialmente restrictivos, ya que una baja salinidad es de vital importancia para valores bajos de RASV. (Lenntech, s.f)

Delgado (2021) en su tesis **Análisis de la calidad de agua para riego en suelos agrícolas en la parroquia rural Colonche, provincia de Santa Elena**, señala que en la parroquia Colonche, la agricultura depende del agua almacenada en reservorios abastecidos por una represa, pero no se dispone de información sobre la calidad de este recurso hídrico. Por lo que se plantea el objetivo de analizar la calidad de agua para uso de riego en los predios agrícolas de la parroquia Coloche. Para ello, se se hizo un muestreo aleatorio de agua y suelos, que se realizó en diciembre de 2020 y en los análisis se evaluó la salinidad y dureza del agua, pH, CE, SDT, la textura del suelo, los índices de salinidad y sodicidad, obteniendo resultados favorables de alcalinidad favorable tanto para el agua y los suelos. Los análisis también mostraron concentraciones altas de Potasio y carbonatos, los resultados también mostraron niveles altos de salinidad

pero baja concentración de sodicidad. Concluyendo que estos resultados no restringería la infiltración de los suelos agrícolas obteniendo una textura fue la de un suelo arcilloso.

Nacionales

Pocoy (2015) en su tesis **Calidad del agua para riego en el Centro de Investigación y Producción Agrícola (CIPA) Cañasbamba - 2015**. Llevó a cabo una investigación en Ancash, específicamente en el municipio del distrito de Yungay, en la localidad llamada "Cañasbamba", donde se encuentran las instalaciones del "Centro de Investigación y Producción Agrícola: CIPA – "Cañasbamba" perteneciente a la UNASAM. El estudio se centra en la carencia de datos acerca de la calidad del agua empleada para el riego en los cultivos del CIPA-Cañasbamba. A pesar de la ausencia de investigaciones previas en la región que evalúen la calidad del agua utilizada para el riego, se formuló la hipótesis de que tanto en el Centro de Investigación y Producción Agrícola Cañasbamba - UNASAM como en la Comunidad Ancash, el agua podría tener niveles elevados de RAS (Relación de Absorción de Sodio) y CE (Conductividad Eléctrica).

Colonia (2015), seleccionó 15 puntos de monitoreo en los niveles de altitud entre los 2713m.s.n.m. y 3672 m.s.n.m. de la quebrada AMPU. El objetivo principal fue caracterizar la calidad del agua de la quebrada Ampu, para riego agrícola, haciendo uso de los siguientes métodos de análisis, que se mencionan a continuación: El método de Wilco(1948), el de Riverside (1974), Aceves y Palacios Vélez (1970) y Ayers y Westcot (FAO) (1985). Los resultados obtenidos sugieren que la calidad del agua se encuentra en un rango que va desde "excelente a buena", con una clasificación de "C2SI", niveles medios de sales, una adecuada presencia de sodio y una baja toxicidad. La salinidad y toxicidad son

prácticamente inexistentes, y la presencia de sodicidad es moderada. Los resultados de los análisis se contrastaron con los estándares de calidad ambiental para el agua de uso agrícola D.S. N°002-2008, concluyéndose que los resultados fisicoquímicos y microbiológicos se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el ECA, con una única excepción del carbonato que presenta valores en el rango de 7.68 meq/L y 16.8 meq/L en los puntos de monitoreo M-6 al M-15.

2.2. Bases teóricas científicas

Calidad del agua

La calidad del agua se refiere a las propiedades físico-químicas, bacteriológicas y microbiológicas que cumplen con los estándares de calidad requeridos para un uso específico. Estos estándares son establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), los límites máximos permitidos y los criterios de calidad ambiental aplicables al agua en Perú.

Calidad del agua para riego

La calidad del agua destinada al riego guarda una fuerte conexión con la salinidad, la concentración total de sólidos disueltos y la relación de absorción de sodio, desde una perspectiva química.

Evaluación de la calidad de agua para riego

Según Masseroni et al. (2018), las características del agua utilizada para el riego, como la cantidad y la naturaleza de las sales y los sedimentos, ejercen una influencia considerable en la calidad del suelo y en la producción de cultivos. Por lo tanto, es fundamental comprender estas propiedades y su impacto en las características del suelo y la salinidad. La resistencia de los cultivos a la salinidad

es un rasgo de gran importancia en la agricultura que ha captado la atención de investigadores en todo el mundo de manera creciente.

Dentro de lo correspondiente, aplicaremos lo establecido dentro del D.S.004-2017-MINAM, Categoría 3 Riego de Vegetales, D1 Riego de Vegetales.

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales				
Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 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	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Piomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35
Organoclorados				
Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difencil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4
Carbamato				
Aldicarb	µg/L	1		11
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de <i>Leishmania</i>	Huevo/L	1	1	**

Clasificación de la calidad del agua para riego

A partir de la década de 1930, varios investigadores han desarrollado sistemas de clasificación para determinar la calidad del agua utilizada en el riego. Estas clasificaciones se fundamentan en extensos periodos de experimentación y se centran en los posibles riesgos que la irrigación con agua de baja calidad puede representar para el suelo y los cultivos. Un sistema de clasificación ampliamente empleado es el esquema ideado por Richards en 1954, el cual se basa en la

conductividad eléctrica (CE) y la relación de absorción de sodio (RAS) para evaluar el peligro de salinidad y sodicidad del suelo, respectivamente. Sin embargo, otros especialistas creen que esta clasificación no es tan confiable por los inconvenientes como el riesgo de salinización y el error en la variación del riesgo de sodificación en función de la salinidad. Del mismo modo refiere que el cálculo del RAS no calcula la precipitación de sales. El cálculo del RAS no considera la posibilidad de que las sales, como el calcio y el magnesio, puedan precipitar, y asume que ambos tienen una selectividad de intercambio igual, lo cual no es preciso según (Delgado, 2021).

Sodicidad

La sodicidad del agua se refiere a la cantidad relativa de sodio presente en ella. En el caso de aguas de riego con un alto contenido de sodio, tienden a generar suelos con niveles significativos de sodio intercambiable. El sodio desempeña un papel importante en la estabilidad de la estructura del suelo. Para evaluar la proporción relativa de sodio en aguas de riego y soluciones del suelo, se utiliza la relación de adsorción de sodio (RAS): RAS se calcula como la concentración de sodio (Na^+) dividida entre la raíz cuadrada de la mitad de la suma de las concentraciones de calcio (Ca^{2+}) y magnesio (Mg^{2+}), todas expresadas en meq l-1. El calcio y el magnesio contribuyen a unificar las partículas de arcilla en el suelo, lo que promueve la preservación de la estructura del suelo. En este sentido, el RAS determina la relación entre el agente que disgrega la estructura del suelo y los agentes que la mantienen unida (Ruiz)

Toxicidad

Según Delgado (2021) La toxicidad en las plantas se origina a partir de ciertos elementos que se encuentran en el agua o el suelo. Estos elementos son

captados por las raíces de la planta y, a medida que la planta transpira, se acumulan en las hojas, alcanzando niveles perjudiciales para el cultivo. Estos niveles elevados pueden resultar en daños o una disminución en la producción, dependiendo de la susceptibilidad de la planta y su capacidad para absorber estos elementos. Entre los iones que pueden generar problemas internos en las plantas se encuentran el cloro, sodio y boro, por lo que es esencial evaluar su presencia en el agua utilizada para el riego. La toxicidad también puede estar relacionada con cuestiones de salinidad o sodicidad en el suelo, y en algunos casos, la absorción directa de iones perjudiciales a través de las hojas debido al uso de riego por aspersión.

Índices de evaluación en la calidad del agua para riego

Para Delgado (2021), La calidad del agua utilizada para el riego se determina a partir de la cantidad y la naturaleza de las sales disueltas que contiene. Para la determinación de la calidad del agua, se hacen uso de índices e indicadores que relacionan los problemas con la salinidad, sodicidad y toxicidad. Estos indicadores les permiten a los agricultores prevenir mediante un manejo adecuado las aguas para riego y mejorar la producción y el sostenimiento de los suelos. Para conservar una buena calidad del agua para riego, los análisis fisicoquímicos son importantes, considerando un manejo adecuado del sistema de riego, tipo de terreno, clima adecuado para un cultivo que garantice una buena producción.

Osmosis inversa (OI)

La ósmosis inversa constituye un procedimiento tecnológico que hace uso de membranas semipermeables en contenedores cilindricos con el fin de depurar soluciones salinas, Aguas con presencia de concentraciones de metales pesados. La osmosis inversa consiste en la aplicación de altas presiones superiores a la

presión osmótica a sustancias con concentraciones diversas, así como el sodio, el magnesio, el calcio y coliformes termotolerantes, no permitiendo así la filtración de sustancias salinas, metales y otras. La membrana solo facilita el paso de moléculas pequeñas, como las del agua, impidiendo el paso de partículas de mayor tamaño. La efectividad de la purificación es de buena calidad como lo manifiesta (CONDOR, 2022).

Dureza total (DT)

La dureza total del agua se está condicionada a la concentración de sales como el Calcio y Magnesio y su proporcionalidad determina la calidad del agua.

2.3. Definición de términos básicos

Riego

El riego se refiere a la adición deliberada de agua al suelo con el propósito de suministrar la humedad requerida para el desarrollo de cultivos, especialmente en regiones con insuficientes precipitaciones naturales para satisfacer las demandas hídricas de las plantas.

Cuando se practica la agricultura mediante riego al surco y teniendo la necesidad de mejorar la producción con una escasez de agua, surge la necesidad de mejorar el suministro del agua en cantidad y calidad, logrando regar más terrenos de cultivo y por ende también una mejor producción como lo afirma (Leitón, 1985)

Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica está relacionada con la cantidad de sales que contenga el agua, cuya calidad se determinará de acuerdo al uso al que se quiera dar, cuyas unidades de medida de uso frecuente es el $\mu S/cm$. Para el caso de las

aguas de uso agrícola la conductividad optima debe de estar entre los 1200 $\mu S/cm$ a menos.

Calcio

El calcio desempeña un papel crucial como nutriente para las plantas en cantidades apropiadas, aunque su presencia en niveles elevados, asociada con la dureza del agua, puede resultar perjudicial para el crecimiento de los cultivos.

Sodio

Este elemento químico siempre está presente en el agua y, en pequeñas cantidades, beneficia el crecimiento de las plantas. Sin embargo, en concentraciones elevadas a lo largo del tiempo conducen a la compactación del suelo, obstaculizando la infiltración de agua y oxígeno. Además, afecta la fertilización de calcio y magnesio del suelo, dando lugar a tener un suelo magro (Lenntech, s.f).

Boro

El boro, un elemento químico crucial para el crecimiento de las plantas en cantidades inferiores a 0,5 ppm, puede volverse tóxico en concentraciones más altas, dependiendo del tipo de cultivo llevado a cabo.

Sólidos disueltos totales (SDT)

La relación entre los sólidos disueltos totales y la conductividad del agua de riego se refiere al nivel de salinidad presente en el agua.

Magnesio

Este elemento es un nutriente vegetal esencial en concentraciones bajas, pero en niveles elevados, provoca alta dureza en el agua, generando daños significativos a los sistemas de riego.

Bicarbonato

Se afirma que las plantas exhiben diferencias significativas en su capacidad para tolerar el ion bicarbonato, el cual, en ocasiones, causa efectos tóxicos específicos, incluso a concentraciones osmóticas bajas. El frijol no tolera, mientras que la remolacha muy relativamente. Investigaciones sobre cultivos señalan que este ion obstruye la absorción y el sistema metabólico de las plantas, con variaciones en su naturaleza según las especies vegetales.

Sulfatos

Se indica que los sulfatos, después de los cloruros, son los aniones más perjudiciales en el agua de riego. En situaciones agudas, las hojas muestran quemaduras en los bordes. Sin embargo, parece que las plantas regadas por goteo acumulan menos sulfatos en las hojas en comparación con las regadas por el sistema tradicional. Los sulfatos restringen la absorción de calcio y, paradójicamente, facilitan la absorción de sodio, lo cual conlleva inconvenientes.

Relación de absorción de sodio (RAS)

La RAS, un indicador de la calidad del agua de riego, proporciona una estimación del potencial del sodio para adsorberse a las partículas del suelo en comparación con el calcio y el magnesio. Cuando el valor de RAS en el agua de riego es igual o superior a 10, existe el riesgo de que el suelo pierda su estructura y capacidad de infiltración, especialmente en suelos con una concentración relativamente alta de arcilla. La RAS se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Ma}{2}}}$$

2.4. Formulación de hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La calidad del agua mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos del río Huallaga no es apta para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

1. los indicadores fisicoquímicos del agua del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco provincia de Huánuco no cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental.
2. los indicadores microbiológicos del agua del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental.

2.5. Identificación de variables

2.5.1. Variable independiente

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

2.5.2. Variable dependiente

Calidad del agua para riego agrícola.

2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Variables	Dimensión	indicadores	Unidades
Variable Independiente Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	Fisicoquímicos	Potencial de hidrógeno	pH
		Conductividad	$\mu S/cm$
		Aceites y grasas	mg/L
		Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L
		Cloruros	mg/L
		Oxígeno disuelto	mg/L
		Sulfatos	mg/L
		Nitritos	mg/L
		Bicarbonatos	mg/L
	Inorgánicos	Cadmio	mg/L
		Cobre	mg/L
		Cobalto	mg/L
		Boro	mg/L
		Magnesio	mg/L
		Manganeso	mg/L
		Níquel	mg/L
		Hierro	mg/L
		Plomo	mg/L
	Zinc	mg/L	
Microbiológicos y parasitológicos	Coliformes Termotolerantes	$NMP/100ml$	
	Escherichia coli	$NMP/100ml$	
	Huevos de Helmintos	$Huevo/L$	
Dependiente Calidad del agua para riego agrícola	Calidad	- Parámetros fisicoquímicos -Parámetros inorgánicos - Parámetros microbiológicos y parasitológicos	$ECA.D.S$ $N^{\circ}004-2017-$ $MINAM$

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

La investigación es cuantitativa por la razón que los resultados de los análisis son valores numéricos, los cuales se contrastaran con los parámetros establecidos en la norma establecidos por el MINAM.

3.2. Nivel de investigación

La investigación es descriptiva por la razón de describe los indicadores de contaminación del agua del rio Huallaga en el centro poblado de Colpa Baja en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco.

3.3. Métodos de investigación

Es descriptiva porque por que describe los resultados obtenidos mediante el análisis de muestra y es empírica por que se determina algunos resultados obtenidos in situ.

3.4. Diseño de investigación

El diseño es de carácter no experimental, de corte transversal, por la forma en que se desarrollará esta investigación haciendo un estudio de la muestra mediante un análisis fisicoquímico, bacteriológico y parasitológico de los indicadores referentes para este estudio.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

La población está constituida por las aguas del río Huallaga.

3.5.2. Muestra

Es el agua de muestreo tomada en la bocatoma de la acequia de riego ubicada en el centro poblado de Colpa Baja del distrito de Huánuco Provincia de Huánuco.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de este estudio se utilizó las siguientes técnicas de recolección de datos: se determinó en primer lugar los puntos de monitoreo, luego mediante el uso de frascos esterilizados de un litro se tomó las muestras de acuerdo a las normas establecidas, a las cuales se les vertió un preservante y sellados se colocarán en un cooler con hielo y remitidos al laboratorio certificado por INACAL para sus respectivos análisis de los indicadores requeridos.

Entre los instrumentos utilizados tenemos el multiparámetro HANNA HI 98194 que sirvió para la recolección de datos in situ, previamente calibrado con los Buffer correspondientes. Se usó una cadena de custodia de la toma de muestras.

3.7. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación

Para esta investigación se hizo uso de un instrumento de medida de los indicadores fisicoquímicos en el punto de monitoreo, el cual nos dio los resultados in situ. Para el uso de este instrumento se tuvo que requerir los servicios de tres expertos en el uso y calibración de este instrumento para tener resultados fidedignos, los cuales estuvieron integrados por los siguientes expertos:

- Dr. David Johnny Cuyubamba Zevallos
- Dr. Luis Alberto Pacheco Peña
- Mg. Pérez Juscamayta Edgar Walter

3.8. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos in situ, se procesaron instantáneamente anotando los resultados que arrojó el multiparámetro en una hoja de cadena de custodia.

Las muestras tomadas se recolectaron en frascos de un litro las cuales se remitieron a un laboratorio certificado por INACAL donde luego de sus análisis se procesaron en un formato membretado con el logo del laboratorio donde se indica la hora y fecha de recibido de las muestras, el tipo de análisis a realizar, punto de monitoreo, el nombre del muestreador y los indicadores analizados con sus unidades respectivas.

Los análisis de datos se procesaron en tablas y cuadros y su respectiva interpretación, en forma individual.

3.9. Tratamiento estadístico

Para el tratamiento estadístico se hizo uso de Software hoja de cálculo Excel.

3.10. Orientación ética filosófica y epistémica

Declaro que este trabajo de investigación es de mi propia autoría y que ha sido desarrollado bajo las normas y esquema que establece el Reglamento general de grados académicos y títulos profesionales 2022, emitido por la oficina de vicerrectorado académico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Descripción del trabajo de campo

Se ubico el lugar donde se realizó el trabajo de investigación se observó y se llegó al punto de monitoreo, nos colocamos los guantes, se abrió los frascos esterilizados y se enjuago por tres veces, luego se procedió a tomar las muestras a una profundidad de treinta centímetros luego se etiqueto los frascos de toma de muestra y guardó en un depósito adecuado con hielo a 4°C y se trasladó al laboratorio. Los procedimientos se anotaron en un cuaderno de campo.

4.1.1. Ubicación donde se realizó el trabajo de campo

El lugar donde se realizó esta investigación se encuentra ubicado en Colpa Baja cerca al aeropuerto de Huánuco, donde existe bastante agricultura de hortalizas, que son regadas con agua del rio Huallaga la cual lo ubicamos con las siguientes coordenadas y un mapa satelital.

Coordenadas del punto de muestreo

Grados decimales		UTM				Grados, minutos y segundos		
Latitud	Longitud	Este (X)	Norte (Y)	Zona	Banda	Latitud	Longitud	UTM waypoint Garmin
-9.8923720	-76.2272969	365439.995	8906239.590	18	L	9° 53' 32.539" S	76° 13' 38.269" W	18 L 365440 8906240

Donde el punto de monitoreo se observa en el mapa satelital siguiente



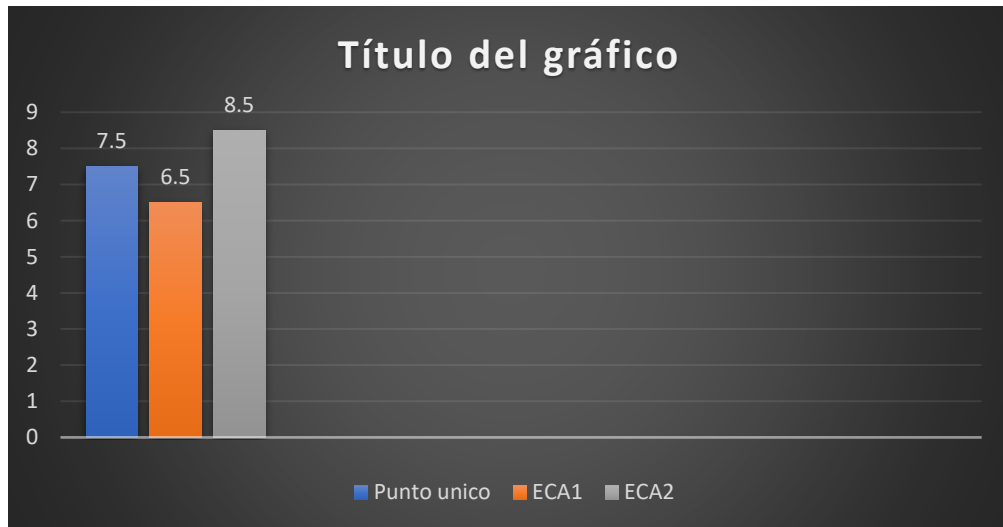
4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

Resultados obtenidos mediante análisis en el laboratorio de microbiología de aguas de la DIRESA-Huánuco.

Tabla 1: Datos de potencial de Hidrogeno

Potencial de Hidrógeno		
Punto único	ECA	Unidades
7,5	6,5-8,5	pH

Cuadro 1: Potencial de Hidrógeno

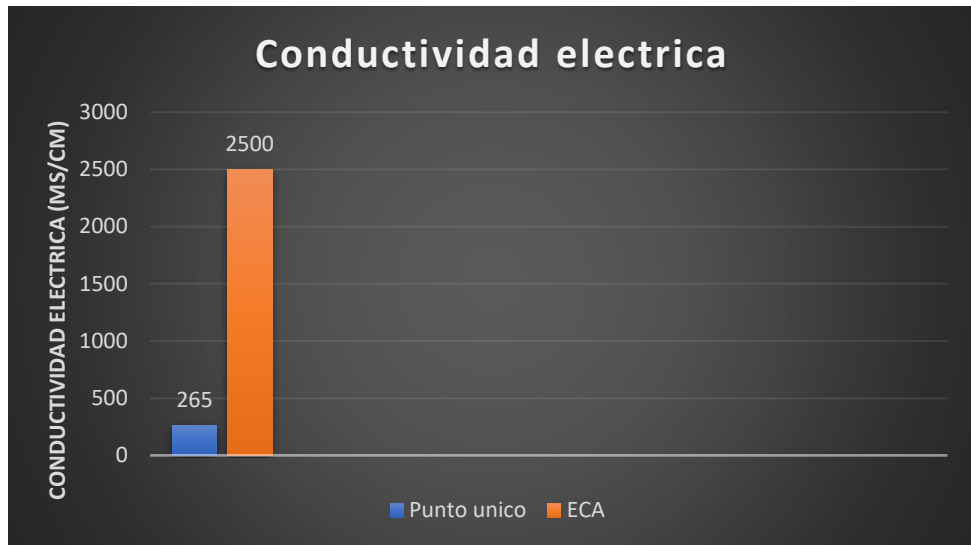


Interpretación: De acuerdo a tabla 1 se puede observar que pH del agua analizada está dentro de los estándares permitidos. El agua es óptima para el uso de riego agrícola, referente a este indicador.

Tabla 2: Datos de la conductividad eléctrica

Conductividad Eléctrica		
Punto único	ECA	Unidades
265	2 500	$\mu S/cm$

Cuadro 2: Conductividad eléctrica



Interpretación: La conductividad es baja, lo que indica que el agua no está saturada con salinidad, por lo tanto, el agua del río Huallaga en el centro poblado de Colpa Baja es apta para riego para este indicador.

Tabla 3: Datos de aceites y grasa

Aceites y Grasas		
Punto único	ECA	Unidades
0,6	5	mg/L

Cuadro 3: Aceites y grasas

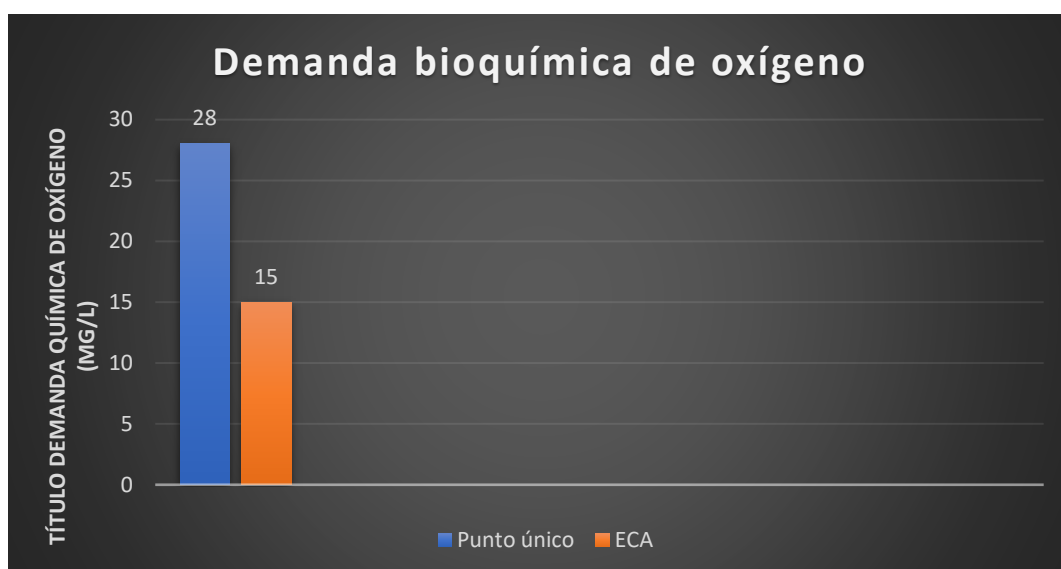


Interpretación: En el caso de los aceites y grasas poseen mínimas cantidades de estas sustancias, lo que ni representa riesgo de contaminación peligrosa para el riego.

Tabla 4: Demanda bioquímica de oxígeno

DBO5		
Punto único	ECA	Unidades
28	15	mg/L

Cuadro 4: Demanda bioquímica de oxígeno

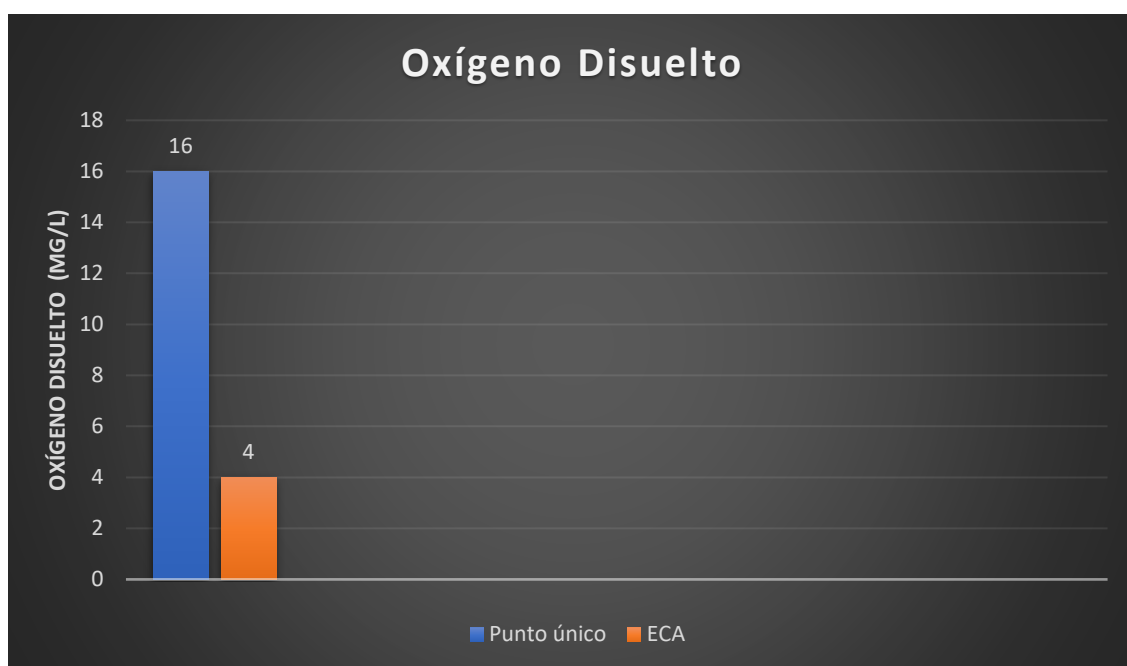


Interpretación: La demanda bioquímica de oxígeno presenta un exceso de 13mg/L respecto al parámetro establecido, representando una contaminación severa, como se puede ver en el cuadro 4.

Tabla 5: Datos del oxígeno disuelto

OD		
Punto único	ECA	Unidades
16	≥ 4	mg/L

Cuadro 5: Oxígeno Disuelto



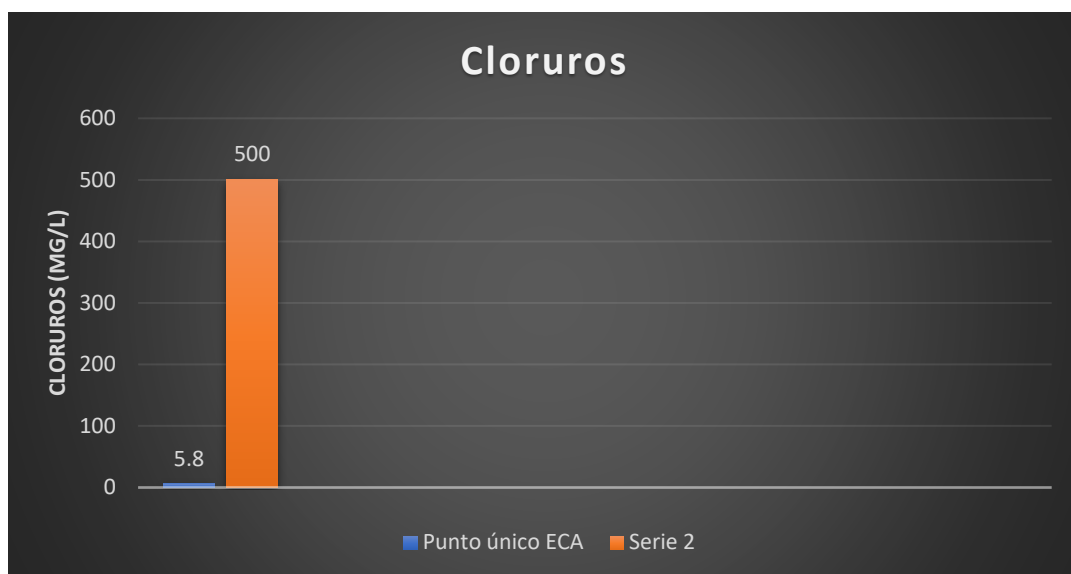
Interpretación: También podemos ver que el análisis de la muestra de agua para el DO presenta un resultado con un valor mayor que 4 dispuesto en las normas ECA, lo que indica que el agua es apta para la agricultura para este indicador.

Resultados de los análisis fisicoquímicos e inorgánicos

Tabla 6: Datos de cloruros

Cloruros		
Punto único	ECA	Unidades
5,8	500	mg/L

Cuadro 6: Cloruros

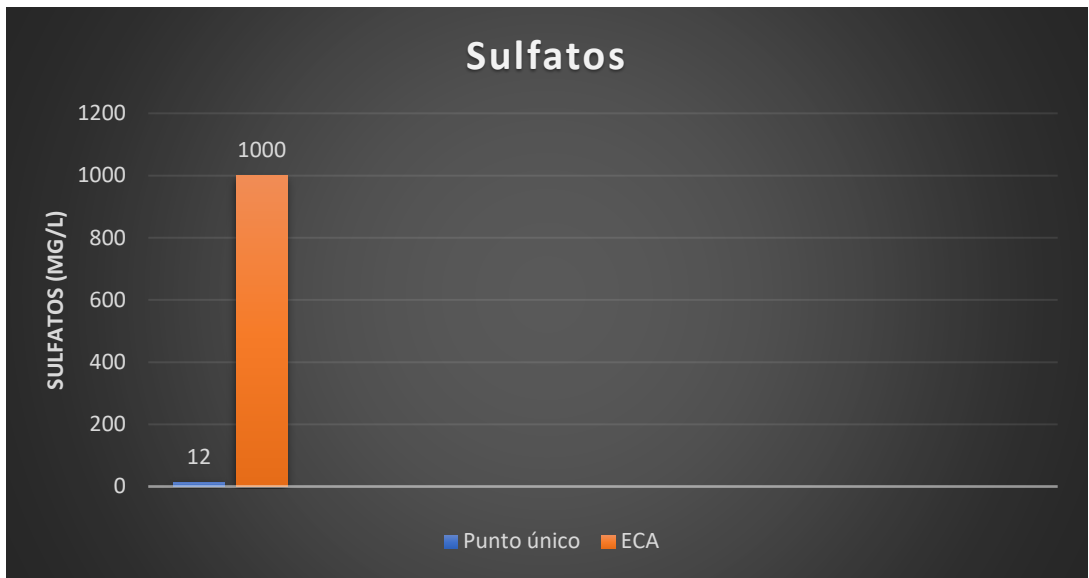


Interpretación: El resultado del análisis del agua para los cloruros, mostrado el cuadro 6, indica un valor de 5,8mg/L que es un valor muy pequeño comparado con el parámetro establecido, de modo que no representa riesgo de contaminación para el agua.

Tabla 7: Datos de Sulfatos

Sulfatos		
Punto único	ECA	Unidades
12	1000	mg/L

Cuadro 7: Sulfatos

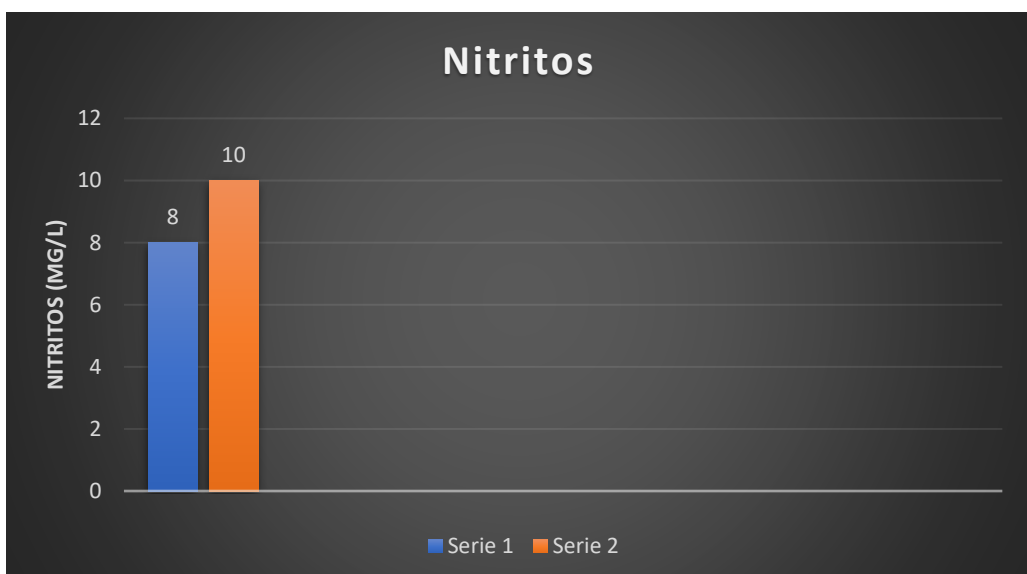


Interpretación: En el cuadro 7 se observa que los sulfatos representan un valor muy por debajo del estándar establecido por lo que se considera que el agua para este indicador está considerada apta para riego.

Tabla 8: Datos de Nitritos

Nitritos		
Punto único	ECA	Unidades
8	10	mg/L

Cuadro 8: Nitritos

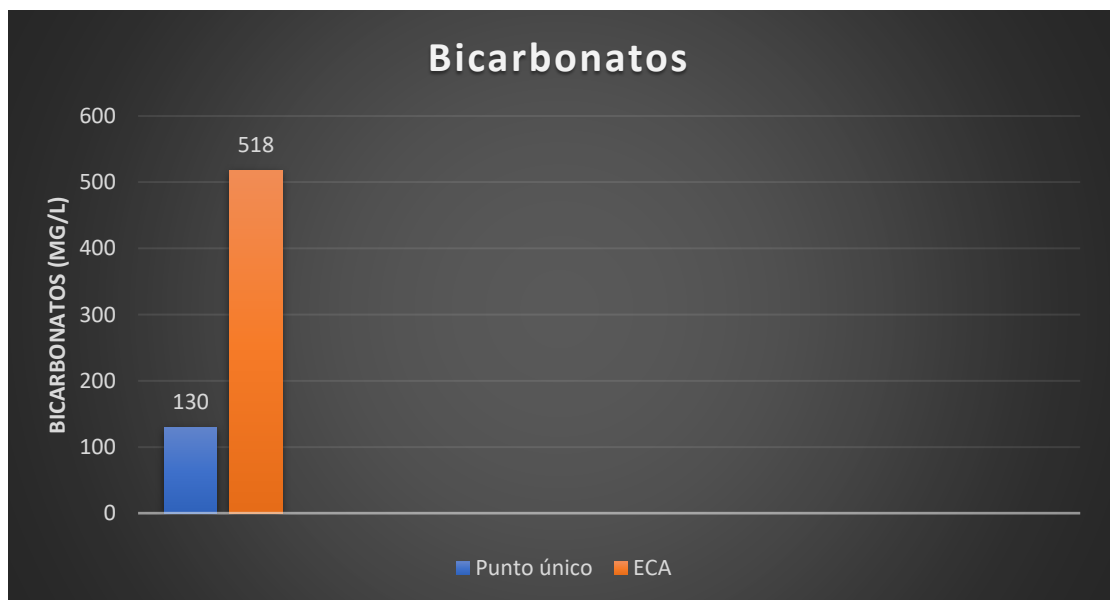


Interpretación: los nitratos según la tabla 8 presentan un resultado menor a la de la norma, pero con valores cercanos, lo cual se tiene que darle el manejo respectivo para mejorar la calidad respecto a este indicador.

Tabla 9: Datos de bicarbonatos

Bicarbonatos		
Punto único	ECA	Unidades
130	518	mg/L

Cuadro 9: Bicarbonatos



Interpretación: Los resultados para los bicarbonatos están dentro de los estándares de calidad como se puede observar en el cuadro 9

Tabla 10: Datos de Cadmio

Cadmio		
Punto único	ECA	Unidades
<0,002	0,01	mg/L

Cuadro 10: Cadmio

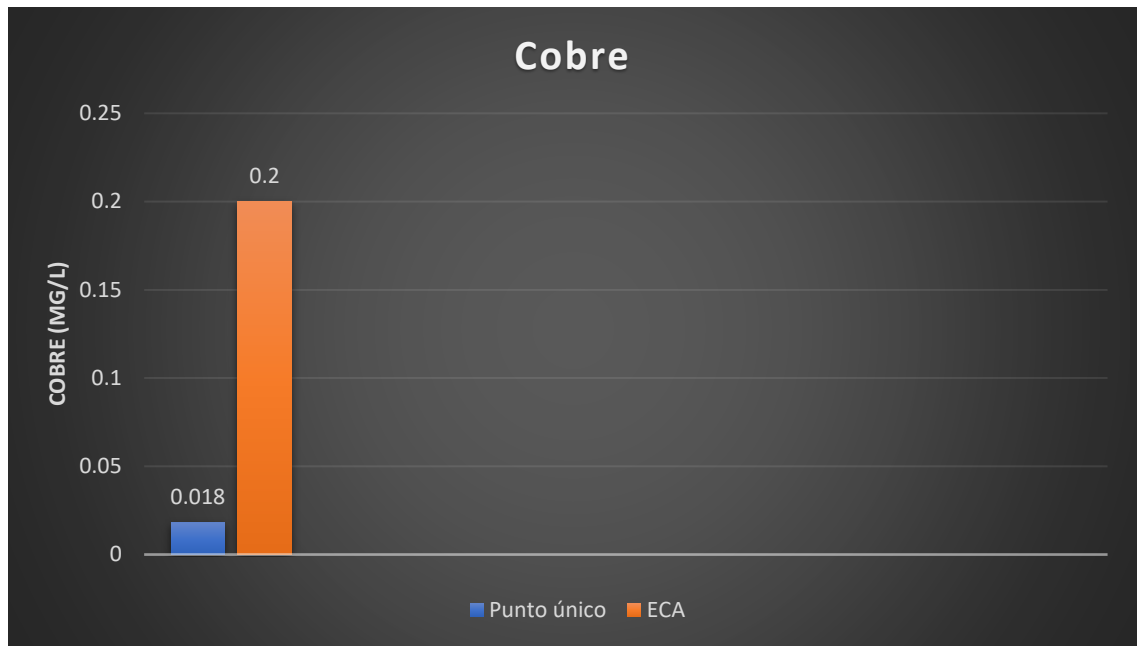


Interpretación: Según el cuadro 10 que representa los análisis del Cadmio tiene un valor mucho menor a lo normado, lo que se puede decir que está agua es apta para riego para este indicador.

Tabla 11: Datos de Cobre

Cobre		
Punto único	ECA	Unidades
<0,018	0,2	mg/L

Cuadro 11: Cobre

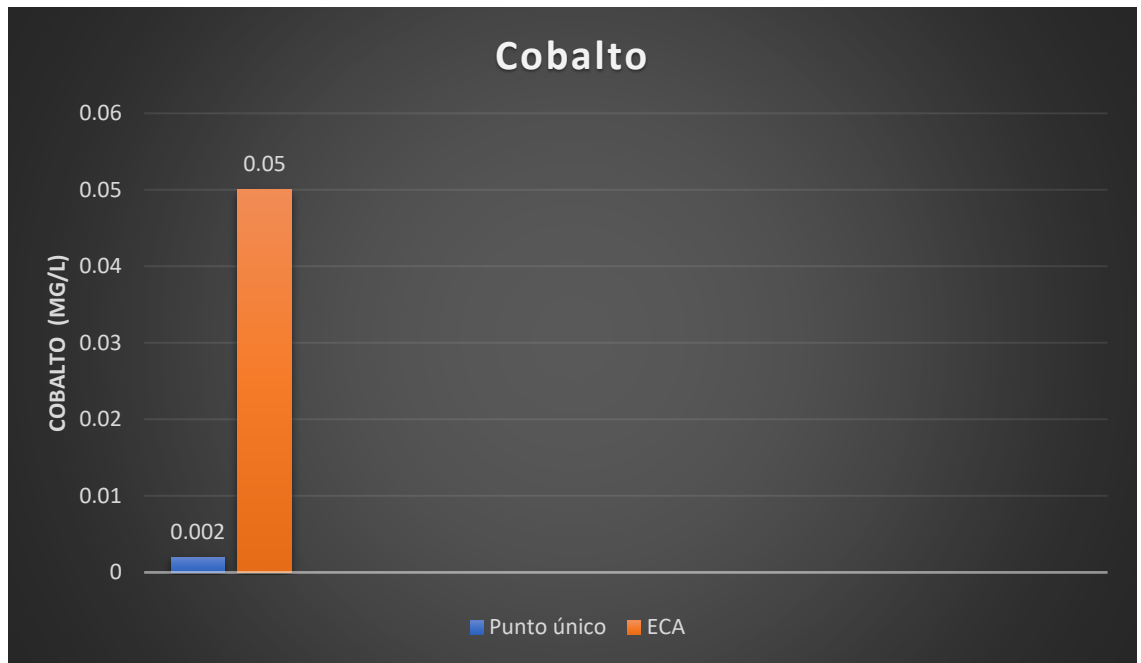


Interpretación: Las concentraciones de Cobre según los resultados de los análisis están por debajo de los parámetros establecidos, por lo tanto, no genera un impacto negativo para este uso.

Tabla 12: Datos de Cobalto

Cobalto		
Punto único	ECA	Unidades
<0.002	0,05	mg/L

Cuadro 12: Cobalto

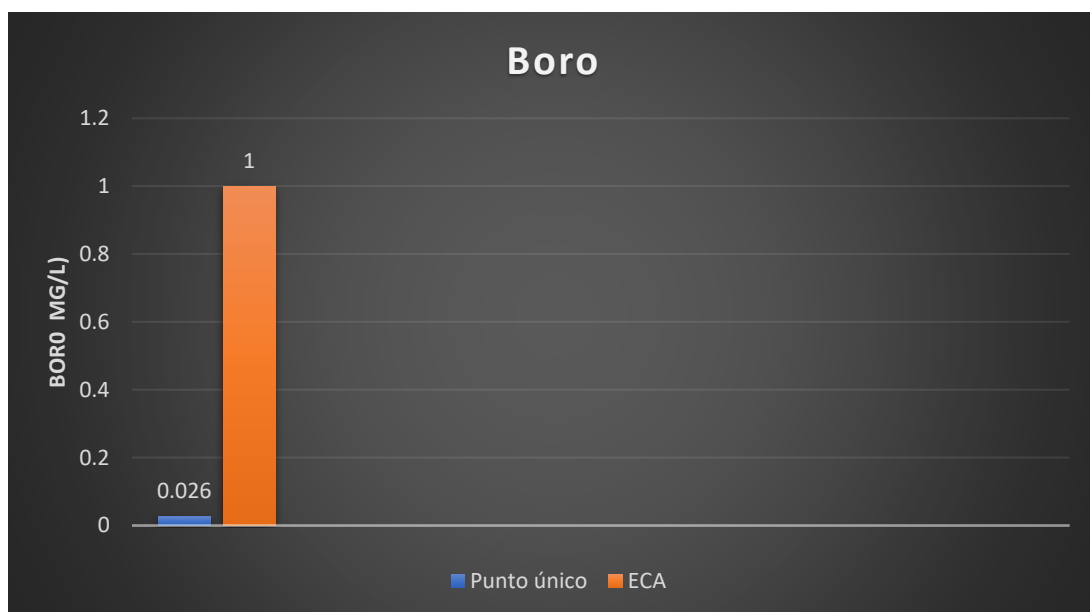


Interpretación: El Cobalto según el cuadro 12 presenta un nivel de concentración de 0,002mg/L menor al estándar normado de 0,05mg/L por lo tanto no representa un impacto de riesgo de contaminación para estas aguas.

Tabla 13: Datos del Boro

Boro		
Punto único	ECA	Unidades
<0,026	1	mg/L

Cuadro 13: Boro

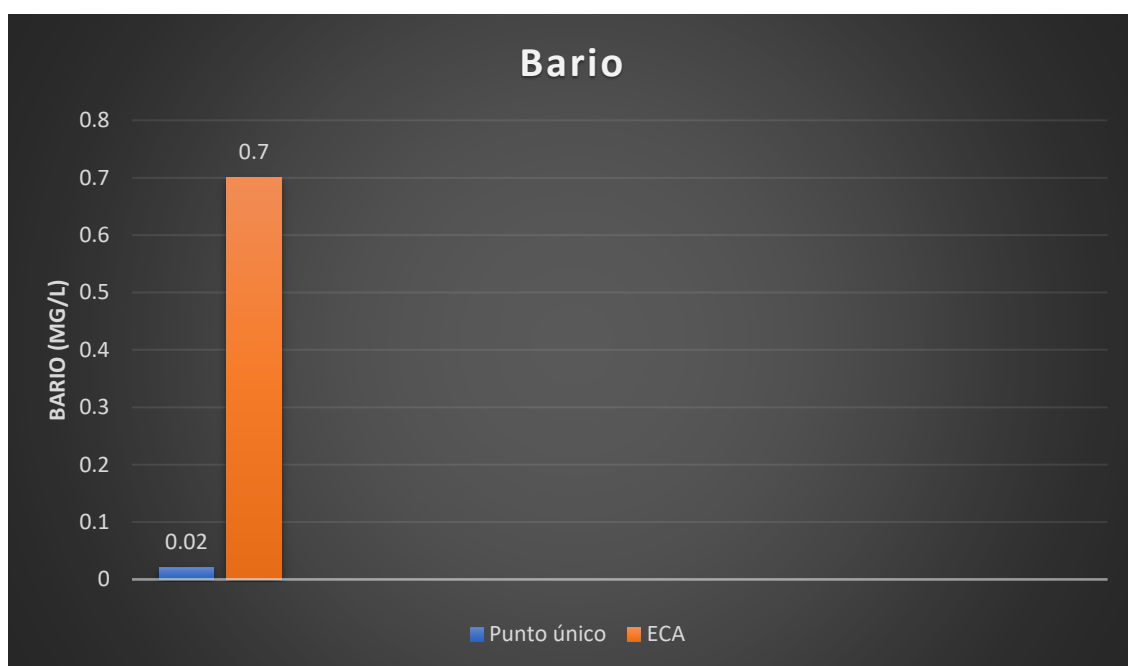


Interpretación: El boro presenta una concentración de 0.026mg/L, cuyo valor es inferior a la norma, por lo que se considera que no genera contaminación de impacto en el agua para riego.

Tabla 14: Datos del Bario

Bario		
Punto único	ECA	Unidades
0,02	0,7	mg/L

Cuadro 14: Bario

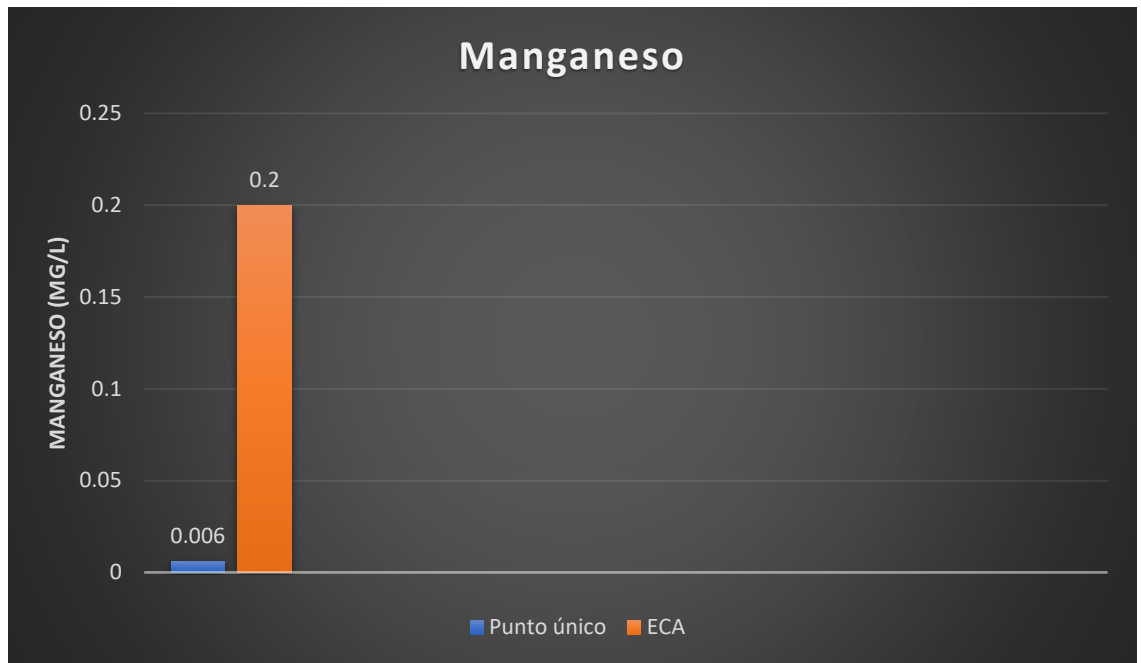


Interpretación: El Bario según los resultados presentados en el cuadro 14 no muestra un valor que pueda ser de riesgo de contaminación ya que esta muy por debajo del parámetro establecido como máximo de contenido en aguas de riego.

Tabla 15: Datos del Manganeso

Manganeso		
Punto único	ECA	Unidades
0,006	0,2	mg/L

Cuadro 15: Manganeso

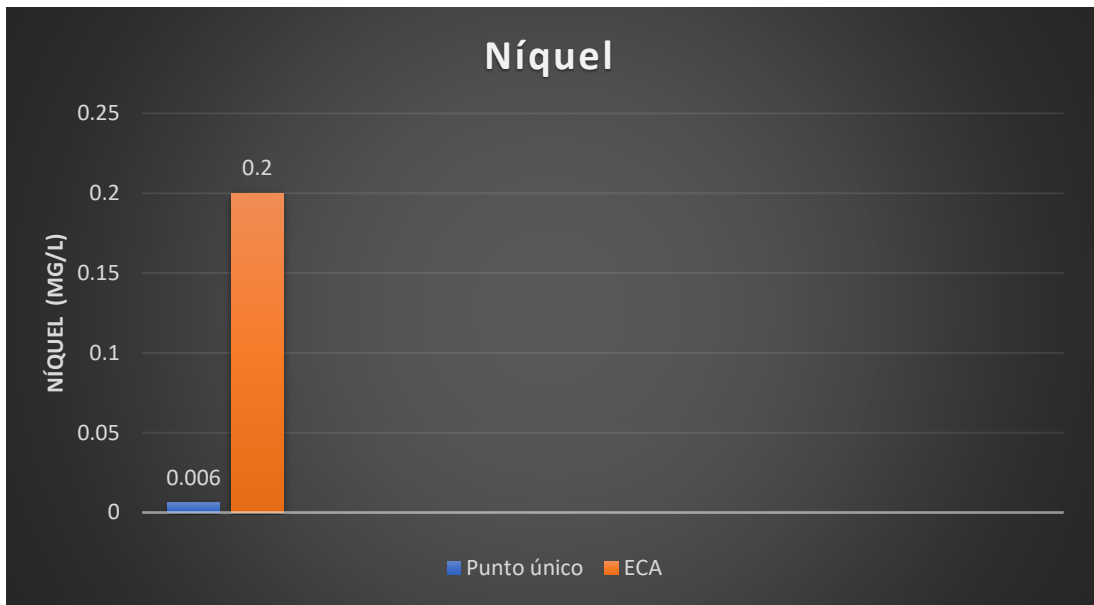


Interpretación: Del mismo modo podemos ver que para los resultados del Manganeso no representa riesgo de contaminación de manera que el agua está habilitada para riego.

Tabla 16: Datos del Níquel

Níquel		
Punto único	ECA	Unidades
<0,006	0,2	mg/L

Cuadro 16: Níquel

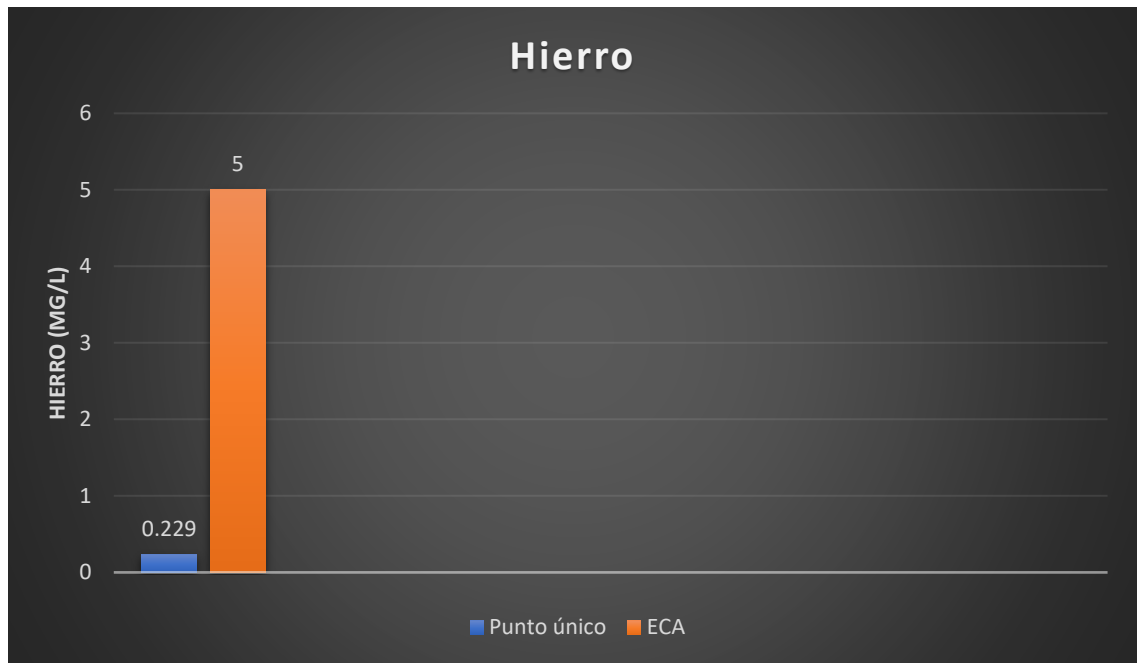


Interpretación: Las aguas del río Huallaga no presenta altas concentraciones de Níquel y esta, dentro de las concentraciones adecuadas del ECA para agua de riego.

Tabla 17: Datos del Hierro

Hierro		
Punto único	ECA	Unidades
0,229	5	mg/L

Cuadro 17: Hierro

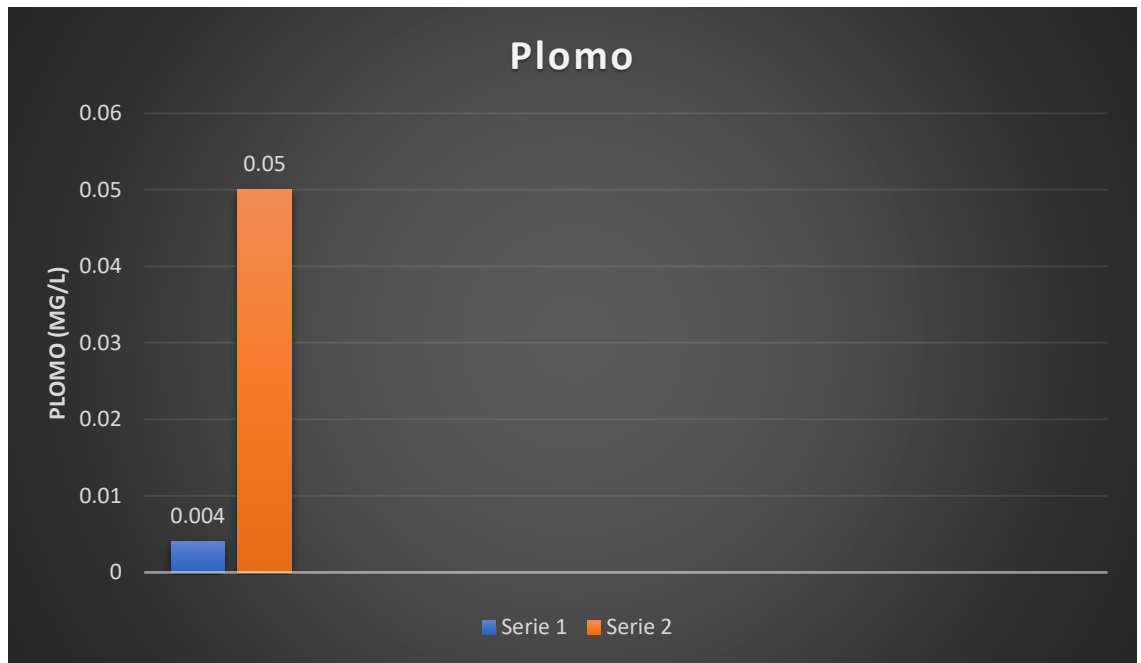


Interpretación: El Hierro presenta un valor muy pequeño cuadro 17 de presencia en el agua del rio Huallaga centro poblado de Colpa Baja y cumple con los estándares de calidad del agua para riego.

Tabla 18: Datos del Plomo

Plomo		
Punto único	ECA	Unidades
<0,004	0,05	mg/L

Cuadro 18: Plomo

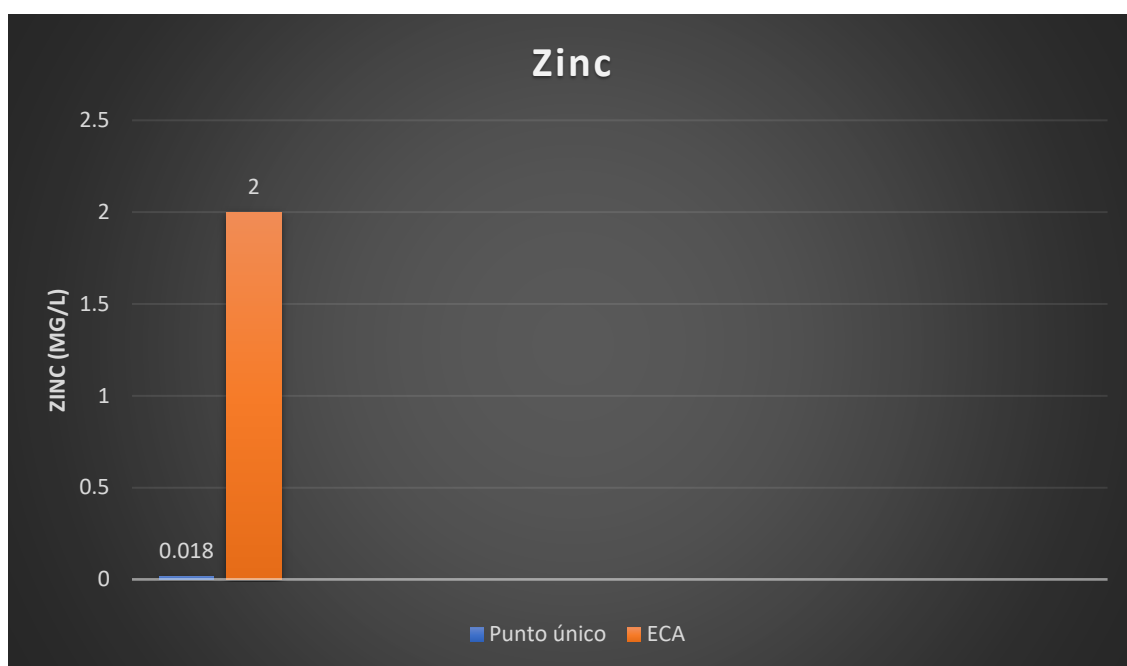


Interpretación: Los análisis del agua para el Plomo muestran concentraciones bajas con un valor 0,004mg/L que está por debajo del establecido de 0,05mg/L considerándose el agua apta para cultivo de vegetales.

Tabla 19: Datos del Zinc

Zinc		
Punto único	ECA	Unidades
<0,018	2	mg/L

Cuadro 19: Zinc



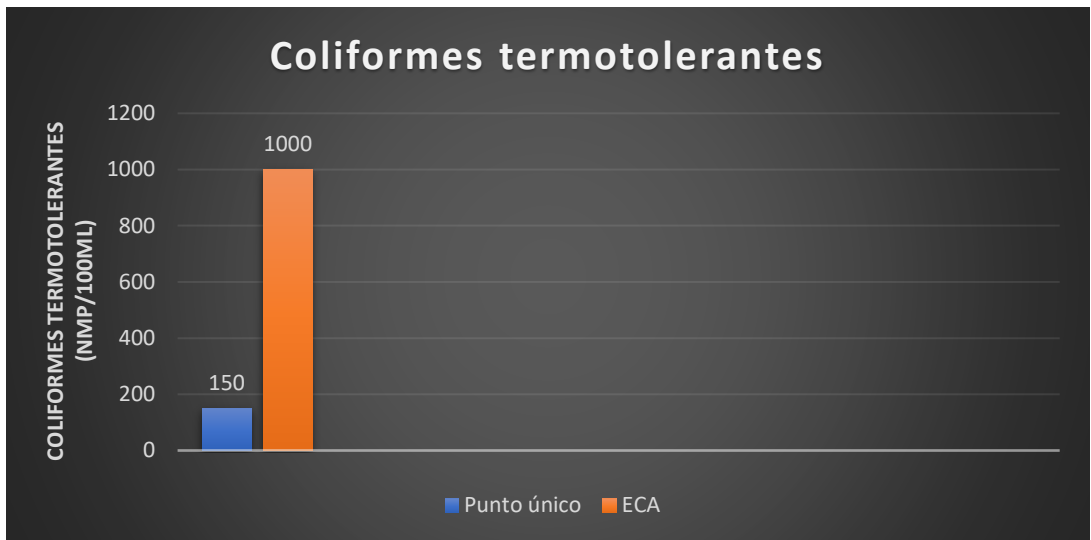
Interpretación: Los resultados obtenidos del análisis para el Zinc presenta baja concentración en el agua del río Huallaga en el centro poblado del Colpa Baja, por lo tanto, no presenta contaminación de riesgo. Ver tabla 19.

Datos de los análisis microbiológicos y parasitológicos

Tabla 20: Datos de los coliformes termotolerantes

Coliformes termotolerantes		
Punto único	ECA	Unidades
150	1000	NMP/100ml

Cuadro 20: Coliformes termotolerantes

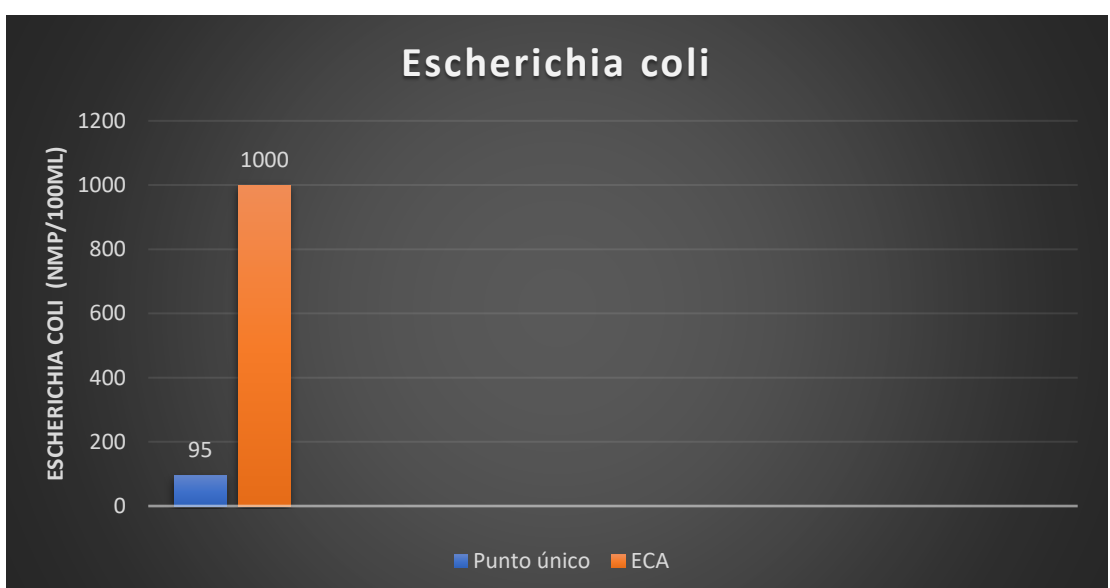


Interpretación: Los coliformes termotolerantes se encuentran con baja concentración para el caso del agua para uso de riego de vegetales por lo tanto esta agua es apta para este uso.

Tabla 21: Datos de Escherichia Coli

Escherichia Coli		
Punto único	ECA	Unidades
95	1000	NMP/100ml

Cuadro 21: Escherichia coli



Interpretación: Los indicadores de Escherichia coli están dentro de los estándares de calidad ambiental para el agua de riego, como se ve en el cuadro 21.

4.3. Prueba de hipótesis

De acuerdo a los análisis hechos de las aguas del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja se ha podido ver que casi todos los indicadores cumplen con los estándares de calidad ambiental para el agua de uso agrícola, por lo tanto, no se cumple la hipótesis “La calidad del agua mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos del río Huallaga no es apta para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco-2023”, pero si se cumple para la demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)

4.4. Discusión de resultados

Los indicadores fisicoquímicos y microbiológicos estudiados en esta investigación en su mayoría cumplen con los estándares de calidad ambiental para el agua de uso agrícola, siendo los nitritos los que presentan una concentración cercana con 8mg/L de esta sustancia, valor cercano al valor máximo de 10mg/L establecido por la norma , lo cual requiere un tratamiento para reducir la cantidad de nitritos, del mismo modo se puede decir que la DQO es alto con un valor de 28mg/L que supera al valor establecido de 15mg/L con una diferencia de 13mg/L de exceso demostrando que dentro de estas aguas existen compuestos orgánicos, sales y ciertos minerales que demandan de oxígeno disuelto para este proceso.

Podemos decir también que para el caso de los coliformes termotolerantes presentan 150NMP/100mL una concentración muy pequeña si lo comparamos con el valor establecido por la norma que es de 1000NMP/100mL por lo que se

considera que no afecta a estas aguas si son utilizadas para este fin de riego agrícola, de la misma manera podemos decir con respecto a los eschericha coli que también presentan bajas concentraciones y por ende se puede decir que el agua en forma general está optima para este fin agrícola.

CONCLUSIONES

Se ha evaluado la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos para el riego agrícola en el centro poblado de Colpa Baja y se ha llegado a establecer que el agua cumple con la calidad para este uso con algunos tratamientos como para el DBO5 que no cumple para este indicador y los nitritos que si cumple pero que por ser cercano puede ser perjudicial a la calidad.

Se ha determinado los indicadores fisicoquímicos presentes en el agua del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, los cuales cumplen con los estándares de calidad ambiental para el agua de riego categoría 3, D₁ riego de vegetales.

Se Determinó los indicadores microbiológicos presentes en las aguas del río Huallaga para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja del distrito de Huánuco, provincia de Huánuco cuyos resultados de los análisis establecidos en el laboratorio de DIRESA-Huánuco, dieron como como óptimos para el agua de uso de riego de vegetales.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda hacer monitoreos periódicos con el fin de conservar la calidad del agua apta para el riego.
2. Establecer una forma de mejorar la demanda bioquímica de oxígeno y disminuir las concentraciones de Nitritos mediante un tratamiento adecuado que pueda decidir la autoridad correspondiente el ANA.

BIBLIOGRAFÍA

- Arivilca, A. (2018). Calidad del agua para consumo humano. *Revista Científica Investigación Andin*, 18(1). Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/3055>
- Colonia, E. (2015). *Calidad del agua para riego en la microcuenca de la quebrada Ampu-Centro Poblado de Maya -Carhuaz- 2015*. Huaraz. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1197>
- CONDOR, L. (2022). *Calidad del agua subterránea obtenida por ósmosis inversa en la PTAPTunshuruco de la Minera Chinalco Perú S.A. mediante análisis [tesis para título profesional, Universidad Daniel Alcides Carrión]*. Cerro de Pasco. Obtenido de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/3121/1/T026_71777207_T.pdf
- Cruz, W. (2006). Calidad bacteriológica y parasitológica del agua de consumo humano, y su impacto en la morbilidad por enteropatógenos de mayor incidencia en los niños y niñas de centro educativo de educación primaria del distrito de Pichari, La Convención, Cusco-Valle del. *Repositorio institucional Universidad Nacional de San Marcos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima. Obtenido de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3031>
- Delgado, J. (Abril de 2021). *Análisis de la calidad de agua para riego en suelos agrícolas en la parroquia rural Colonche, provincia de Santa Elena*. Obtenido de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/53424>
- García, K. (2020). *Evaluación de calidad de agua para riego en Zona Centro-Norte de Chile y desarrollo de un proceso preliminar costos efectivo, para disminuir*

algunos excesos que incumplen la NCh 1333.[. Chillán. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/439>

Guerra, B. (2022). *Evaluación de la Calidad de Agua Para Riego en Unidades Productivas Agrícolas en el Departamento de Sucre, Colombia*. Barranquilla. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11323/9226>

Gutiérrez, M. K. (2019). *Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en el centro poblado de Virú, distrito de Virú, Perú, 2018 [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Trujillo]*. Biblioteca digital, Trujillo. Obtenido de <https://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/15289>

Huamuro, E. (2019). *Influencia de la calidad microbiológica del agua de consumo humano en la enteroparasitosis de los pobladores del sector linderos bajo-Jaen [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Jaen]*. Jaen. Obtenido de <https://n9.cl/1c1q0q>

Inofuente, W. (2020). *Influencia de las letrinas en la calidad microbiológica del agua subterránea en la Urbanización San Isidro Ccaccachi Juliaca- 2019 [Tesis de título, Universidad Nacional de Juliaca]*. Juliaca . Obtenido de <http://repositorio.unaj.edu.pe/handle/UNAJ/130>

La Republica. (jueves, 29 de abril de Octubre de 2022). En América Latina y el Caribe, 26% de la población no tiene acceso a agua. Obtenido de <https://n9.cl/bwfw8>

Leitón, J. (1985). *Riego y drenaje*. Universidad estatal a distancia. <https://doi.org/https://n9.cl/ntzvl>

Lenntech. (s.f). *Peligro del sodio en el agua de irrigación*. Lenntech. Obtenido de <https://www.lenntech.es/aplicaciones/riego/sar/riesgo-sodio-en-regadios.htm>

Mendez, F., & Gonzáles, J. (2009). Evaluación de la calidad del agua de riego usada en los cultivos de arroz de la zona alta de la meseta de la ciudad de Ibagué (Tolima, Colombia),. *I(4)*. Obtenido de <https://revistas.ut.edu.co/index.php/tumbaga/article/view/77>

Pocoy, Y. (2015). *Calidad del agua para riego en el centro de investigación y producción agrícola (cipa) Cañasbamba 2015*[*Título profesional, Universidad nacional Santiago Antúnez de Mayolo*]. Huaraz. Obtenido de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1194>

Quinteros, J., Gómez, J., Solano, M., Llumiquinga, G., Burgos, C., & Carrera, D. (2019). Evaluación de la calidad de agua para riego y aprovechamiento del recurso hídrico de la quebrada Togllahuayco. *6(2)*, 46-57. <https://doi.org/https://doi.org/10.29166/siembra.v6i2.1641>

Ribera, A. (2020). *Evaluación de calidad de agua para riego en zona Centro - Norte de Chile y desarrollo de un proceso preliminar costo efectivo, para disminuir algunos excesos que incumplen la NCh 1333* [Tesis de maestría, Universidad de Concepción]. Chillan. Obtenido de <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/439>

Ríos, S., M., A. R., & Gutiérrez, L. A. (2017). Patógenos e indicadores microbiológicos de. *SciELO*, *35(2)*, 236-247. <https://doi.org/http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>

Ruiz, N. (s.f.). *Salinidad del agua de riego y del suelo*. Obtenido de <https://WWW.juntadeandalucia.es>



Villena, o. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. *SciELO(2)*, 35. <https://doi.org/https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>

Waller, R. M. (1982). Ground Water and the Rural Homeowner. *USGS Science for changing world*. Obtenido de USGS: <https://water.usgs.gov/gotita/earthgwquality.html>

Zaidman, J. (2018). *Determinación de la calidad del agua de los pozos subterráneos que avastecen el disrtito de Laredo y propuesta de tratamineto*[tesis para titulo, Universidad Nacional de Trujillo]. Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/11462>

ANEXOS

Instrumentos de Recolección de Datos

 LABORATORIO LOAYZA MURAKAMI S.A.C.	LABORATORIO LOAYZA MURAKAMI S.A.C. LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA CON REGISTRO No LE-148	 INACAL DA - Perú Laboratorio de Ensayo Acreditado Registro N° LE - 148
--	---	---

INFORME DE ENSAYO N° 835-082023

Pág. 1 de 4

INFORMACION DEL CLIENTE

RAZÓN SOCIAL/USUARIO : ENCARNACIÓN BUSTILLOS, Rocío Elvía - VALLE SAMANIEGO, Jheymis Miguel RUC:

DIRECCIÓN : Centro Poblao Colpa Baja- Huánuco-Huánuco

CONTACTO : ENCARNACIÓN BUSTILLOS, Rocío Elvía - VALLE SAMANIEGO, Jheymis Miguel

INFORMACION DE LA MUESTRA

ENSAYOS SOLICITADOS : Fisicoquímico

ITEM(S) DE ENSAYO(S) : Agua de río Huallaga

PRODUCTO DECLARADO POR EL CLIENTE : Agua de río

PRESENTACIÓN DE LOS ITEM DE ENSAYO : Frasco de plástico de 500mL (02)

CONDICION DE LA MUESTRA : Cumple con los requisitos de volumen y preservación

INFORMACION DEL MUESTREO

RESPONSABLE DEL MUESTREO : Muestreado por el cliente

LUGAR DE MUESTREO : CP Colpa Baja, Rto Huallaga, Distrito de Huánuco, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco.

PLAN DE TOMA DE MUESTRA : No Aplica

INFORMACION DEL LABORATORIO

COTIZACIÓN : N° 520-092023

FECHA/HORA DE RECEPCIÓN : 12/07/2023 09:15:02

FECHA DE EJECUCION DE ACTIVIDADES : 12/07/2023

LUGAR DE EJECUCIÓN : Laboratorio Loayza Murakami SAC

EMISION DEL INFORME : Trujillo, 9 de Agosto del 2023

AUTORIZA LA EMISIÓN

CARGO : Responsable de la Calidad

NOMBRE : Juan Carlos Colina Venegas

COLEGIATURA : C.B.P 9924

FIRMA :




Carretera Via Evitamiento N° 7 KM. 577 LT 7 - A3 Piso 3 – Huanchaco-Trujillo-La Libertad
Celular: 923078350, 948326553 - Teléfono: 044-754293
Email: laboratoriojmm@gmail.com - web: www.laboratorioslym.com

Código: SGC L M F-P-21/01
Versión: 02
Fecha de entrada en vigencia: 11/01/2021

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo."

LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS

REG.: 049 - 2023- LMAA-LRRSP- HCO

SOLICITANTE : VALLE SAMANIEGO JHEYMIS MIGUEL, ENCARNACIÓN BUSTILLOS ROCÍO ELVIA
 DISTRITO : HUANUCO
 PROVINCIA : HUANUCO
 DEPARTAMENTO : HUANUCO

FECHA DE MUESTREO: 18 -05-23 HORA 10:30 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 18-05-23 HORA: 15:40 pm. **MUESTRA TOMADA: INTERESADO**
 MUESTRA PRESERVADA SI (X) NO ()

RESULTADOS

MICROREDES Y ESTABLECIMIENTOS	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS					ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS					
				Cond. (umho/cm)	DBO ₅ mg/L	DBO ₁ mg/L	Color UCV	PH	Cloru mg/L	Origen o Disuelto mg/l	Coli. T. NMP/100mL	Coliformes Fecales NMP/100ml	E coli NMP/100m l	Bact. Heterot UFU/ml
COLPA BAJA	CANAL DE REGADÍO - COLPA BAJA	SUPERFICIAL	048	265	12	28	23	7.5	5.8	16	-	150	95	-
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES ECA D.S. N° 004-2017-MINAM CATEGORÍA 3				1500	15	40	100	6.5-8.5	500	>=4	**	1000	1000	---

MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.

Microorganismo	Método de Ensayo
Coliforme Fecal	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E. 23 rd -Ed 2017 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group fecal coliform procedure.
BacteriHeterotrofos	Método de placa fluida APHA AWWA WEF Part 9215 B. 21th Ed. 2005.
Escherichia coli	SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 ff 23 rd Ed. 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group.

GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO
 DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO
 LABORATORIO REGIONAL FEDERAL
 Dr. Mijang. Maria Reyes Calderón Almagro
 CBI-453
 Área de Microbiología de Aguas y Alimentos

Huánuco, 22 de mayo de 2023

Matriz de consistencia

“Evaluación de la calidad del agua del río Huallaga mediante análisis fisicoquímico y microbiológico para riego agrícola en el centro poblado Colpa Baja, distrito de Huánuco, Huánuco-2023”

PROBLEMA GENERAL

OBJETIVO GENERAL

HIPÓTESIS GENERAL

La calidad del agua subterránea mediante análisis microbiológicos y parasitológicos del centro poblado Barraza, distrito de Laredo provincia de Trujillo es apta para consumo humano.

PROBLEMAS ESPECIFICOS

OBJETIVO ESPECÍFICO

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

¿De qué manera influyen los parámetros microbiológicos y parasitológicos en la calidad del agua subterránea del centro poblado de Barraza del distrito de Laredo provincia de Trujillo?

Determinar cómo influyen los parámetros microbiológicos y parasitológicos en la calidad del agua subterránea para consumo humano en el centro poblado de Barraza, distrito de Laredo, Provincia de Trujillo-2021

Los indicadores microbiológicos y parasitológicos de la calidad del agua subterránea del centro poblado de Barraza del distrito de Laredo, provincia de Trujillo cumplen con los estándares de calidad ambiental.

Panel Fotográfico



Fig. 1 Toma de muestra para determinar los indicadores microbiológicos



Fig.2 Toma de muestra para determinar los indicadores fisicoquímicos



