

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO, COBRE Y
ARSÉNICO CUENCA BAJA – RÍO COATA PUNO, 2024**

PRESENTADA POR:

DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



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



12.56%

SIMILARITY OVERALL

SCANNED ON: 10 DEC 2024, 3:16 PM

Similarity report

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

● IDENTICAL
1.26%

● CHANGED TEXT
11.29%

Report #24113593

DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA // EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO, COBRE Y ARSÉNICO CUENCA BAJA – RÍO COATA PUNO, 2024 RESUMEN La presencia de metales pesados en el agua, los alimentos y el aire es uno de los principales problemas del Perú. ² La alta toxicidad de estos elementos químicos tiene un impacto en la salud humana, pero también provoca daños irreversibles a la flora y la fauna y al medio ambiente en general, lo que a su vez tiene importantes impactos socioeconómicos. Teniendo en cuenta lo expuesto se planteó como objetivo principal evaluar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Metodología, la presente investigación es tipo descriptiva y diseño experimental. Donde se determinaron las concentraciones de los metales pesados Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Posteriormente se comparó con los ECA categoría 4 D.S. N°004-2017. En los resultados se obtuvo una concentración de cadmio (Cd) de 0,002 mg/L, cobre (Cu) de 0,015 mg/L y arsénico (As) de 0,027 mg/L en la cuenca baja - Río Coata Puno. Comparado con los estándares de calidad ambiental de la sierra y selva, el cadmio sobrepasó la normativa, mientras que, cobre y arsénico se encuentran dentro del rango establecido de la categoría 4 establecido por el D.S

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

**EVALUACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO, COBRE Y
ARSÉNICO CUENCA BAJA – RÍO COATA PUNO, 2024**

PRESENTADA POR:

DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:



Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO

:



Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINAREZ

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

ASESOR DE TESIS

:



Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub Área: Ingeniería Ambiental

Líneas de Investigación: Ciencias Ambientales

Puno, 17 de diciembre del 2024

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de investigación a mis padres, Dionicia y Edilberto, por su amor y apoyo incondicional. A mi hermana Karen y a mi hermano Juan Carlos, quienes siempre han estado a mi lado. En especial, a ti, Estefany, por haber estado conmigo en este proceso día y noche, brindándome motivación y apoyo para poder culminar este proyecto. Gracias a todos ustedes.

DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a la Universidad Privada San Carlos por brindarme la oportunidad de formar parte de esta destacada institución educativa. A lo largo de estos cinco años de carrera profesional, he recibido valiosos conocimientos que me han permitido crecer y desarrollarme tanto académica como personalmente.

Extiendo mi gratitud a la Facultad de Ingenierías y a todos los docentes que, con su dedicación y pasión, me han guiado en el fascinante mundo de la Ingeniería Ambiental. Aprecio profundamente la paciencia y el rigor que han demostrado en cada uno de los trabajos y proyectos realizados.

Agradezco también a mis jurados y asesores, quienes, con su vasta experiencia y conocimientos, han sido fundamentales en la elaboración de este proyecto. Su orientación ha sido esencial para su correcta ejecución.

Finalmente, un agradecimiento especial al personal administrativo del Área de Investigación, cuyo apoyo ha sido crucial para llevar a cabo esta tesis.

DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA

ÍNDICE GENERAL

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

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
1.2. ANTECEDENTES	14
1.2.1. Antecedentes a nivel Internacional	14
1.2.2. Antecedentes a nivel nacional	15
1.2.3. Antecedentes a nivel a local	16
1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos	18

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO	19
2.1.2. Contaminación ambiental	19
2.1.3. Contaminación hídrica	20
2.1.4. Metales pesados	20

2.1.5. Toxicidad de metales pesados	21
2.1.6. Efectos sobre la salud causados por agentes patógenos presentes en el agua	21
2.1.7. Contaminación de agua por metales pesados	22
2.1.8. Cadmio (Cd)	23
2.1.9. Arsénico (As)	23
2.1.10. Cromo (Cr)	24
2.1.11. Protocolo nacional para monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales	24
2.1.12. Marco normativo	25
2.2. MARCO CONCEPTUAL	27
2.3.1. Hipótesis general	28
2.3.2. Hipótesis específicas	28
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	
3.1. ZONA DE ESTUDIO	29
3.2. TAMAÑO DE MUESTRA	30
3.2.1. Población	30
3.2.2. Muestra	30
3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS	31
3.3.1. El Método	31
3.3.2. Técnicas e instrumentos	34
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	35
CAPÍTULO IV	
EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	
4.1. CONCENTRACIONES DE LOS METALES PESADOS CADMIO (CD) Y COBRE (CU) EN LA CUENCA BAJA - RÍO COATA PUNO.	36
4.2. CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO (AS) EN LA CUENCA BAJA - RÍO	

COATA PUNO	37
4.3. COMPARACIONES DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO (CD), COBRE (CU) Y ARSÉNICO (AS), CON LOS ECA CATEGORÍA 4 D.S. N°004-2017 EN LA CUENCA BAJA - RÍO COATA PUNO.	40
CONCLUSIONES	53
RECOMENDACIONES	54
BIBLIOGRAFÍA	55
ANEXOS	59

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01: Efectos de metales pesados	22
Tabla 02: Normas de calidad ambiental para sustancias preferentes	26
Tabla 03: Coordenadas del punto de muestreo	31
Tabla 04: Operalización de variables	35
Tabla 05: Concentración de cadmio y cobre	37
Tabla 06: Concentración de arsénico y otros metales pesados	39
Tabla 07: Concentración de Cd, Cu y As con el ECA	40
Tabla 08: La tabla muestra la concentración de metales pesados adicionales que se incluyó en la presente investigación.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación del área de estudio	30
Figura 02: Concentración de cadmio con los ECA	41
Figura 03: Concentración de cobre con el ECA	43
Figura 04: Concentración de arsénico con el ECA	44
Figura 05: Concentración de mercurio con el ECA	46
Figura 06: Concentración de antimonio con el ECA	47
Figura 07: Concentración de talio con el ECA	48
Figura 08: Concentración de bario con el ECA	49
Figura 09: Concentración de selenio con el ECA	50
Figura 10: Concentración de zinc con el ECA	51
Figura 11: Concentración de plomo con el ECA	52
Figura 12: Toma de muestra de	70
Figura 13: Registro de recolección de datos	70
Figura 14: Recolección de muestra	71
Figura 15: Vista del lugar de toma de muestra	71

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: Operacionalización de variables	60
Anexo 02: Matriz de consistencia	61
Anexo 03: Resultados de la concentración de metales pesados	62
Anexo 04: ECA : Categoría 4 : Conservación del ambiente acuático- Normativa nacional	67
Anexo 05: Real Decreto 817/2015,normativa internacional	69
Anexo 06: Panel fotográfico	70

RESUMEN

La presencia de metales pesados en el agua, los alimentos y el aire es uno de los principales problemas del Perú. La alta toxicidad de estos elementos químicos tiene un impacto en la salud humana, pero también provoca daños irreversibles a la flora y la fauna y al medio ambiente en general, lo que a su vez tiene importantes impactos socioeconómicos. Teniendo en cuenta lo expuesto se planteó como objetivo principal evaluar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Metodología , la presente investigación es tipo descriptiva y diseño no experimental . Donde se determinaron las concentraciones de los metales pesados Cadmio (Cd) , Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Posteriormente se comparó con los ECA categoría 4 D.S. N°004-2017. En los resultados se obtuvo una concentración de cadmio (Cd) de 0,002 mg/L , cobre (Cu) de 0,015 mg/L y arsénico (As) de 0,027 mg/L en la cuenca baja - Río Coata Puno. Comparado con los estándares de calidad ambiental de la sierra y selva , el cadmio sobrepasó la normativa , mientras que, cobre y arsénico se encuentran dentro del rango establecido de la categoría 4 establecido por el D.S 004 – 2017 MINAM. Se concluye que la concentración de Cadmio (Cd) es elevada , mientras que Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno, son bajos.

Palabras claves: Arsénico , Cadmio, Cobre, Cuenca baja, Metales pesados.

ABSTRACT

La presencia de metales pesados en el agua, los alimentos y el aire es uno de los principales problemas del Perú. La alta toxicidad de estos elementos químicos tiene un impacto en la salud humana, pero también provoca daños irreversibles a la flora y la fauna y al medio ambiente en general, lo que a su vez tiene importantes impactos socioeconómicos. Taking into account the above, the main objective is to evaluate the concentrations of cadmium (Cd), copper (Cu) and arsenic (As) in the lower basin - Coata Puno River. Methodology , this research is descriptive type of experimental design . Where the concentrations of heavy metals cadmium (Cd), copper (Cu) and arsenic (As) were determined in the lower basin - Coata Puno River. Subsequently compared with ECA category 4 D.S. N°004-2017. The results have given a cadmium (Cd) concentration of 0.002 mg/L, copper (Cu) of 0.015 mg/L and arsenic (As) of 0.027 mg/L in the lower basin - Rio Coata Puno. Compared with the environmental quality standards of saw and forest , cadmium over pass the norm , while, copper and arsenic are within the established range of category 4 set by D.S 004 - 2017 MINAM. Cadmium (Cd) is found to be high, while copper (Cu) and arsenic (As) in the lower basin - Coata Puno River are low.

Keywords: Arsenic, Cadmium, Copper, Low basin, Heavy metals.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que constituyen una fracción ínfima del suministro total de agua del planeta, las aguas que pasan por la superficie terrestre tienen una importancia capital para todos los organismos vivos. Es significativa por la menor cantidad de sales que hay disueltas en ella en comparación con las aguas marinas. Por eso la llamamos «agua dulce». Suelen proceder de los depósitos que forman o de las precipitaciones que caen de las nubes. Siguiendo la fuerza de la gravedad, los ríos discurren hasta desembocar en el mar o en zonas sin salida que llamamos lagos (ASTROMIA, 2020).

En la actualidad, la contaminación natural del agua superficial por metales, debido a la generación de aguas residuales drenajes ácido de roca en cuenca glaciar como una probable consecuencia de la desglaciación, es una preocupación en el Perú debido al impacto negativo en la salud humana y los medios de vida (Bravo, 2023). La presencia de metales pesados en el agua, los alimentos y el aire es uno de los principales problemas del Perú. La alta toxicidad de estos elementos químicos tiene un impacto en la salud humana, pero también provoca daños irreversibles a la flora y la fauna y al medio ambiente en general, lo que a su vez tiene importantes impactos socioeconómicos (Cuba et al., 2021).

La presente investigación está dividida por cuatro capítulos: El capítulo I , está constituido por la exposición del problema , la formulación del problema general y específico; así también los antecedentes internacional, nacional y local ; los objetivos de la investigación, general y específica. En el capítulo II, se detalla el marco teórico y conceptual, también el marco normativo ; la hipótesis general y específica. En el capítulo III, se detalla procedimiento metodológico de la investigación, como es la zona de estudio , tipo y diseño, población y muestra, metodología por cada objetivo trazado y materiales y equipos . Finalmente, en el capítulo IV , se detalla los resultados que se obtuvieron de acuerdo a los objetivos planteados . así también las conclusiones y recomendaciones de la investigación .

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Alrededor del 70 al 75% de la contaminación del agua en el mundo es causada por actividades humanas en la superficie de la Tierra. El 90% de los contaminantes llegan al mar a través de los ríos. Por otro lado, entre el 70% y el 80% de la población mundial (aproximadamente 3.600 millones de personas) vive en las costas o cerca de ellas, especialmente en zonas urbanas, donde la mayoría de los residuos que allí se generan se vierten directamente al mar (Covarrubias & Peña, 2017). La contaminación por metales pesados es un problema creciente, causado principalmente por actividades antropogénicas. Las principales fuentes de contaminación incluyen la minería, la metalurgia, la agricultura, los vehículos de motor y los aportes naturales a ciertos acuíferos (Covarrubias & Peña, 2017).

La presencia de metales pesados en el agua, los alimentos y el aire es uno de los principales problemas del Perú. La alta toxicidad de estos elementos químicos tiene un impacto en la salud humana, pero también provoca daños irreversibles a la flora y la fauna y al medio ambiente en general, lo que a su vez tiene importantes impactos socioeconómicos (Cuba et al., 2021). Así mismo manifiesta que los metales pesados en el agua y los sedimentos en una zona tan sensible deberían ser una preocupación importante como parte de la preocupación más amplia por el seguimiento de los problemas medioambientales a nivel de cuenca y microcuenca, ya que estos datos permitirán tomar mejores decisiones políticas. a nivel de los entes locales y regionales e

incluso del gobierno central. Cabe señalar que las cuencas hídricas son receptoras de vertidos antropogénicos, por lo que los metales pesados tienden a depositarse en los sedimentos de los ríos, por lo que estos mismos ríos se convierten en las principales rutas de transporte de elementos químicos (Cuba et al., 2021).

El lago Titicaca es el recurso hídrico más importante de la meseta andina de Perú y Bolivia, donde los ríos fluyen desde el altiplano transportando metales pesados de origen minero, de los que se extraen oro y plata. Los informes indican que la escorrentía de las aguas superficiales de las explotaciones mineras está muy contaminada por el drenaje ácido, lo que deja los sedimentos del lago Titicaca y la bahía interior contaminados con metales pesados de origen minero (Chui et al., 2021).

Durante las últimas décadas en Puno, el problema de la contaminación ha empeorado como resultado de los efectos combinados de la expansión urbana, la mala gestión de los desechos sólidos, la descarga de aguas residuales sin tratar en la Bahía del Lago Titicaca y las prácticas inadecuadas de saneamiento e higiene, todo lo cual ha empeorado gravemente que afectan el medio ambiente y la salud humana (Quispe, 2024).

El río Coata es una de las cuencas de mayor importancia económica en el departamento de Puno debido a las diversas actividades; Agricultura, ganadería y economía que se desarrollan; Sin embargo, se observan dos fuentes de contaminantes (vertidos de aguas residuales y desechos sólidos) que pueden alterar la calidad del agua, por lo que esto preocupa a la población ya que podría causar daños a la salud y al ecosistema. Por lo tanto, en este estudio es necesario evaluar el nivel de concentración de cadmio, cobre y arsénico en la cuenca baja del río Coata.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Problema general

¿Cuáles son las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno?

Problemas específicos

- ¿Existen concentraciones de metales pesados Cadmio (Cd), Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno?
- ¿Existe presencia de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno?
- ¿Cómo son las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), comparadas con los ECA categoría 4 D.S. N°004-2017 en la cuenca baja - Río Coata Puno?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Antecedentes a nivel Internacional

Torres (2023), en su estudio “Evaluación de la contaminación con metales pesados en la bahía de Coronel mediante el análisis de sedimentos”, indica que en el análisis que se realizó en los meses de febrero y agosto utilizando indicadores de contaminación e índice de geoacumulación, los cuales determinaron que para As y Cu existía un grado de acumulación por encima del estado natural del sistema, lo que podría ser calificado como enriquecimiento moderado. El estuario estaba sufriendo un deterioro progresivo como consecuencia de las elevadas concentraciones de arsénico en la muestra, según determinó un índice de carga contaminante. En conclusión, el medio acuático y la salud pública no corren peligro debido a los elevados niveles de arsénico en el estuario central. Los sedimentos de ambos lugares de muestreo contienen una elevada concentración de cobre, que puede atribuirse a las extensas operaciones mineras de las minas de Corone y Lota.

Biswal & Balasubramanian (2023), “Uso de biocarbón como adsorbente de bajo costo para la eliminación de metales pesados del agua y aguas residuales”, en esta revisión el biocarbón es eficaz para la eliminación de varios metales tóxicos (As, Cr y Mn) de las aguas subterráneas y del agua potable. Además, el biocarbón presenta resultados prometedores en la eliminación de diversos metales pesados (Cr, Pb, Cu, Cd y Zn) de las aguas residuales. La capacidad de adsorción del biocarbón para los metales pesados se ve influida significativamente por la química del agua/aguas residuales (pH, iones competidores y concentraciones iniciales de adsorbato), la duración del contacto entre los

adsorbatos y el adsorbente, la dosis de adsorbente y los parámetros ambientales (temperatura). La descontaminación por adsorción de la contaminación por metales pesados basada en el biocarbón es sostenible debido a su bajo impacto ambiental, su escaso consumo energético y su bajo coste.

Patiño & Sanchez (2020), en su trabajo de investigación "Identificación y comparación de presencia de metales pesados: Pb, Cr y Zn en el Río Ocoa y sus fuentes de origen antrópico, Villavicencio-Meta". Se analizaron los resultados de las seis muestras recogidas para cada estación de precipitaciones (alta y baja) y los ocho puntos de vertido directo en los que se recogieron muestras específicas. La concentración de metales pesados se determinó mediante el método espectrofotométrico UV-VIS, teniendo como datos que las concentraciones de los puntos de muestreo han superado los valores máximos de 100% Pb, 100% Cr y 83,3% Zn establecidos en la normativa y las descargas son de 62,5% Pb, 50 % Cr y 100 % Zn de los valores establecidos en la Res. 631 de 2015, lo que significa que representa un riesgo para el consumo humano y para la conservación de la flora y la fauna.

1.2.2. Antecedentes a nivel nacional

Carhuaricra (2024), en su estudio "Evaluación de la calidad de agua como parte del control y protección ambiental de la U.E.A. Breapampa - Provincia de Parinacochas - Ayacucho - 2021. Los parámetros de campo (pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno disuelto y Caudal) indican que la estación de control arroja valores de pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno disuelto, así como de caudal, acordes con la normativa. Esto contrasta con el D.S. 004-2017. Las concentraciones de Aceites y Grasas, así como de Cianuro, también estaban dentro de las normas establecidas en los resultados de laboratorio obtenidos en BP-W6 (BP-W2) y BP-W8 (BP-W1). Por otra parte, las estaciones evaluadas presentan concentraciones de Aluminio, Arsénico, Bario, Berilio, Boro, Cadmio, Cobalto, Cobre, Cromo, Hierro, Litio, Mercurio, Níquel, Plomo, Selenio y Zinc que cumplen con los estándares especificados en la norma. Tras su mención. No obstante, el valor de manganeso en la estación BP-W6 (BP-W2) supera el límite de

categoría 3 de D1 y D2. Además, el magnesio supera la categoría D2 en el punto de vigilancia BP-W6 (BP-W2). Se ha determinado que la evaluación de los parámetros para determinar la calidad del agua tiene una influencia sustancial en la vigilancia y protección del medio ambiente.

Calero (2023), en el estudio denominado “Evaluación del contenido de metales pesados en el agua superficial de desembocadura del río Chancay, Huaral, año 2021”, se obtuvo un resultado evaluando la presencia de Aluminio, Arsénico, Cadmio, Cromo, Níquel y Plomo de acuerdo a la categoría 1 DS N°004-2017-MINAM Perú y los Valores Referenciales (VR) de potenciales peligros para la salud determinados por la OMS. Las variaciones en mg/L para el contenido de aluminio van de 0,018 a 0,025, arsénico de 0,002 a 0,047, cadmio de 0,005 a 0,007, cromo de 0,020 a 0,032, níquel de 0,001 a 0,008 y plomo de 0,023 a 0,051. En las muestras investigadas se detectaron aluminio, arsénico, cadmio, cromo, níquel y plomo. Todos estos metales, a excepción del plomo, están asociados a los ECA del MINAM destinados a recreación y a la VR del potencial riesgo para la salud de los OMS en las aguas someras cercanas al terraplén del río Chancay en la Provincia de Huaral en el año 2021.

Gutierrez (2023), en su trabajo de investigación denominado “Evaluación de metales pesados en el agua para el desarrollo de la piscicultura en el distrito de Chicla - Huarochirí 2022”. Las concentraciones máximas de metales en los meses de inundaciones fueron las siguientes: Arsénico (0,00494 mg/L) en marzo, Cobre (0,00238 mg/L) en marzo y Mercurio (por encima del límite de la ECA). En los meses secos se midieron mercurio, cobre y arsénico. El cobre se midió en 0,00131 mg/L en abril y en 0,00328 mg/L en junio.

1.2.3. Antecedentes a nivel a local

Choque (2023), trabajo realizado sobre “Evaluación del grado de contaminación por metales pesados del agua en la playa turística San Juan de la ciudad de Juli, 2022” . Se examinaron cinco puntos de muestreo con dos repeticiones, obteniéndose los siguientes valores: Cobre (0,042 mg/L), Manganeso (0,570 mg/L), Hierro (0,4 mg/L), Níquel (0,0066

mg/L) y Zinc (1,29 mg/L). Estos valores se encuentran por debajo de los ECA aprobados por el decreto para Zinc, Níquel y Cobre, mientras que Manganeso y Hierro superan los estándares de calidad ambiental para el agua.

Salas et al. (2020), trabajo de investigación “Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del Río Crucero, Perú”, se empleó la espectroscopia de emisión atómica con plasma acoplado inductivamente para analizar las concentraciones de metales pesados (cadmio, zinc y arsénico) en muestras de agua y sedimentos superficiales. Los hallazgos de la investigación sugirieron que el agua en examen no es adecuada para el sustento humano, como lo demuestra un valor de pH superior a 8,5, lo que viola los estándares de la Organización Mundial de la Salud. Por el contrario, las concentraciones de metales en el agua no superan los valores ECA o criterio fuera del país. No obstante, existe una alta probabilidad de contaminación de sedimentos por arsénico, cadmio y zinc de acuerdo con las regulaciones nacionales e internacionales.

Quispe et al. (2019), en el estudio denominado “Concentración de metales pesados: Cromo, Cadmio y Plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú” , evaluaron la contaminación de los cuerpos de agua, sedimentos y otros componentes de la diversidad ecológica. La evaluación se realizó en cinco lugares estratégicos durante las temporadas de sequía y monzón de 2017. Las concentraciones mínimas y máximas fueron 4,10 mg/kg de Cr, 0,10 mg/kg de Cd y 3,75 mg/kg de Pb, y 28,42 mg/kg de Cr, 0,70 mg/kg de Cd y 16,50 mg/kg de Pb, respectivamente. Las Normas de Calidad Ambiental de Suelos del Ministerio del Ambiente del Perú establecen valores mínimos permisibles; sin embargo, se han encontrado valores mínimos que exceden dichos estándares. La contaminación detectada puede ser resultado de la actividad antropogénica que afecta el efluente de Juliaca, Perú.

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar las concentraciones de los metales pesados Cadmio (Cd) y Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno.
- Determinar las concentraciones de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno.
- Comparar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), con los ECA categoría 4 D.S. N°004-2017 en la cuenca baja - Río Coata Puno.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Calidad de agua

La calidad del agua es el estado natural o después de haber sido alterada por la actividad humana en cuanto a sus características físicas, químicas y biológicas. La ausencia de entidades extrañas en el depósito de agua se denomina calidad del agua. El control de la calidad del agua se ha visto obstaculizado por el impacto humano en los sistemas acuíferos. El suministro de agua potable se ha visto infiltrado por bacterias y microorganismos, lo que ha provocado graves enfermedades entre los habitantes de la ciudad (Choque, 2023).

2.1.2. Contaminación ambiental

Es una alteración indeseable de las características físicas, químicas y biológicas de nuestro aire, tierra y agua que puede tener un impacto directo en el sistema hídrico, así como en la vida humana o en las especies que habitan los ecosistemas. Además, tiene el potencial de degradar nuestros recursos materiales básicos. Los impactos ambientales son contaminantes que alteran la composición de todos los componentes del sistema hídrico. Son las consecuencias de una gestión inadecuada de los residuos en la eliminación final de cualquier forma de desecho, ya sea líquido, sólido o gaseoso (Choque, 2023). Las actividades humanas, sobre todo las productivas, son la causa principal, como las asociadas a la generación de energía, la explotación de recursos naturales no renovables, como el petróleo o diversos minerales, la industria en general o la agricultura (Albert, 2022).

2.1.3. Contaminación hídrica

Se denomina contaminación del agua a los derrames, vertidos, desechos, depósitos directos o indirectos de sustancias que aceleran el deterioro de la calidad del agua y alteran las propiedades físicas, químicas y biológicas.

Su origen está asociado a la actividad humana, ya que la naturaleza indómita no genera componentes que puedan alterar el carácter de la fuente de agua. La eutrofización también es un factor que contribuye a la degradación de la calidad del agua. Los ácidos y los metales pesados, junto con otras sustancias o compuestos, alteran la formación del agua, lo que provoca toxicidad o daños (Torres, 2023).

La contaminación del agua ha aumentado desde la década de 1990 casi todos los ríos de América Latina, Asia y África, por así decirlo. Una de las principales causas es el aumento de los vertidos de aguas residuales sin tratamiento de caudales y prácticas de aguas de ríos y lagos. insostenible en términos de uso de la tierra ya que estos aumentos conducen a la erosión, lo que esto conduce a un aumento en la cantidad de sedimentos presentes en el agua (Vilca, 2022).

Se podría concluir que el río que lleva agua se define como el hilo de lo que ocurre en una cuenca, su vegetación, sus condiciones climáticas y la presencia de las actividades humanas también son resultado de su transporte a lo largo de la vegetación, suelos y zonas urbanas. Asimismo las sales, los microorganismos, partículas suspendidas y una variedad de reacciones químicas y biológicas producidas en canales fluviales (Vilca, 2022).

2.1.4. Metales pesados

Los metales pesados son elementos metálicos cuya densidad es relativamente superior a la del agua. Pueden reaccionar desprendiendo uno o varios electrones, lo que da lugar a la formación de un catión. Son elementos con una gravedad específica superior a 4,0 y pesos atómicos que oscilan entre 63.546 y 299.590 micras (Ariza & Sampayo, 2017).

Según (Ariza & Sampayo, 2017), son compuestos peligrosos porque tienden a bioacumularse. Esto significa el aumento en la concentración de una sustancia química

en un organismo biológico durante un período de tiempo en comparación con la concentración de la sustancia química en el medio ambiente. El impacto de los metales pesados es muy grave, contaminan el medio ambiente y los cultivos. Cuando las concentraciones de metales son altas pueden ocurrir lo siguiente:

- Cambios en las plantas (pérdida de rendimiento y muerte).
- Degradación del suelo, disminución de la productividad.
- Afecta la fauna de los ecosistemas acuáticos (acumulación en tejidos grasos)
- Problemas con la salud humana.

2.1.5. Toxicidad de metales pesados

La toxicidad de los metales pesados depende de su concentración. Tienen el potencial de causar daños y/o problemas al medio ambiente y a la salud humana cuando están presentes en concentraciones elevadas. Los metales pesados se acumulan en el medio ambiente y en la salud, donde desempeñan un papel singular. El plomo es uno de los metales pesados más peligrosos, dependiendo de su concentración. Tiene el potencial de causar desertización en casos extremos y de afectar directamente al sistema nervioso central y dañar las neuronas de las plantas en concentraciones elevadas. Cuando el cadmio se acumula en el riñón, puede causar insuficiencia renal en los seres humanos. En el medio ambiente, los ecosistemas acuáticos y terrestres están sometidos a una degradación prolongada (OPS & OMS, 2009).

2.1.6. Efectos sobre la salud causados por agentes patógenos presentes en el agua

La probabilidad de contraer enfermedades causadas por patógenos o agentes infecciosos presentes en el agua aumenta a medida que estos patógenos son más frecuentes.

Es imperativo subrayar que la presencia de metales pesados en el agua es indicativa de una clara contaminación del agua, que posteriormente provocará enfermedades endémicas en las personas, especialmente en los niños menores de cinco años. El consumo de agua no es más que una de las vías de transmisión de enfermedades (Vilca, 2022).

Tabla 01: Efectos de metales pesados

METALES PESADOS	POSIBLES EFECTOS SOBRE LA SALUD HUMANA
ARSÉNICO	Lesiones en la piel; trastornos circulatorios; alto riesgo de cáncer.
COBALTO	La exposición a altos niveles de radiación puede provocar cambios en el material genético de las células ,lo que puede conducir al desarrollo de ciertos tipos de cáncer.
CROMO	Dermatitis alérgica
COBRE	La exposición a corto plazo causa malestar gastrointestinal ; la exposición prolongada causa daño hepático o renal.
MERCURIO	Lesiones renales.
PLOMO	Bebés y niños : Retraso en el desarrollo físico y mental ; los niños pueden sufrir déficits leves de atención y aprendizaje. Adultos : enfermedad renal; hipertensión.
ZINC	Pérdida de apetito, disminución de la sensibilidad, gusto, olfato ,irritación de la piel ,heridas leves y erupciones cutáneas.

Fuente: (ATSDR, 2022)

2.1.7. Contaminación de agua por metales pesados

La contaminación por metales pesados puede proceder de fuentes naturales o antropogénicas. Debido a su interacción y persistencia en el medio ambiente, la contaminación afecta a todos los ecosistemas acuáticos.

La infiltración de estos contaminantes o su eliminación pueden verse influidas significativamente por el pH del medio, y pueden llegar a diversos ecosistemas acuáticos a través de los vertidos. La concentración de metales pesados presentes influirá significativamente en el uso de esta agua o sistema hídrico. En particular, la contaminación del agua por metales pesados debida a factores antropogénicos y

naturales tiene importantes repercusiones en la salud pública y la seguridad alimentaria (León, 2020).

2.1.8. Cadmio (Cd)

En estado puro, el Cd es un metal delicado, de color blanco plateado, con un peso atómico de 112,40 y un número atómico de 48. Se encuentra en el medio ambiente como mineral mezclado con otros elementos. Se encuentra en el medio ambiente como mineral mezclado con otros elementos. El cadmio se genera como subproducto del refinado de metales y la producción de fertilizantes, y las principales fuentes de exposición al cadmio son el tabaco y los alimentos. El cadmio está presente en la superficie terrestre en concentraciones de 0,1 ppm. No es inherentemente distante debido a su posicionamiento químico como catión divalente, lo que implica que está presente en conjunción con otros compuestos (ATSDR, 2022).

Las fuentes naturales, como la actividad volcánica, la erosión geológica y los incendios forestales, son responsables de la presencia de Cd en el medio ambiente. Para evaluar la contaminación por cadmio en diversos ecosistemas, se realizan mediciones en sedimentos, agua y suelo. En sedimentos y suelos, este metal es capaz de absorberse en valores de pH alcalinos o neutros (León, 2020).

2.1.9. Arsénico (As)

El arsénico (As) es el 20º elemento más abundante en la Tierra y está presente en concentraciones mínimas en organismos biológicos, fuentes naturales de agua y lechos rocosos y sedimentos (ATSDR, 2022). El arsénico es una sustancia presente de forma natural en el agua que tiene un alto potencial de toxicidad para los seres humanos. El agua contiene concentraciones inferiores a 10 µg/L. Sin embargo, está presente en concentraciones de 0,2 y 1 g/L en regiones con una elevada concentración de la industria minera. En la hidrosfera, la biosfera y la atmósfera, el As se distribuye en una amplia gama de estados de oxidación: As (V), As (III), As (0) y As (-III). La degradación biológica del As (V) es la fuente del As (III), que está presente en detritus ricos en As (III) en zonas

cercanas a industrias, así como en ambientes reductores y aguas geotérmicas (Torres, 2023).

Se han identificado grandes cantidades de arsénico en el agua de los Andes en la mayoría de los países latinoamericanos. El arsénico es un metal incompatible para la vegetación.

En concentraciones elevadas, puede alterar el metabolismo de las plantas, lo que provoca trastornos del crecimiento y mortalidad. A pesar de que se cultivan plantas en zonas contaminadas, la concentración de este metal en hortalizas, cereales y otros productos alimentarios es insignificante. Se encuentran en un rango de pH de 7-9 en la superficie. La concentración de estas sustancias en las plantas es la siguiente: raíces, tallos y hojas (León, 2020).

2.1.10. Cromo (Cr)

El cromo (Cr) suele encontrarse en forma trivalente en la naturaleza, mientras que el cromo hexavalente se produce por actividades antropogénicas. La concentración de cromo en las aguas naturales es extremadamente baja. Sin embargo, las actividades antropogénicas, como la minería y la industria, dan lugar a elevadas concentraciones de cromo, lo que lo convierte en un metal tóxico para la salud humana (ATSDR, 2022).

Las manchas cutáneas son una de las complicaciones graves para la salud que pueden derivarse de niveles elevados de Cr III. Las concentraciones elevadas de Cr VI tienen efectos adversos sobre la salud humana, como las lesiones cutáneas antes mencionadas, dolores y úlceras gastrointestinales, problemas respiratorios y una disminución del sistema inmunitario (León, 2020).

2.1.11. Protocolo nacional para monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales

Este Protocolo fue aprobado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) mediante RJ N° 010-2016-ANA de fecha 11 de enero de 2016. El objetivo de esta resolución es establecer una norma sobre los criterios y procedimientos técnicos para el desarrollo del seguimiento de la calidad de los recursos hídricos marinos costeros y terrestres.

El capítulo 6 del Protocolo define una metodología para el seguimiento de la calidad de los recursos hídricos superficiales. La metodología tiene en cuenta elementos críticos como la logística mínima, la planificación, la ejecución y la garantía de calidad del muestreo (ANA, 2019).

2.1.12. Marco normativo

Normativa Nacional

Constitución Política del Perú 1993: Artículo 02, numeral 22, señala que el deber primordial del Estado es garantizar el derecho de toda persona a un ambiente sano y equilibrado para el pleno desarrollo del hombre. De igual forma, el artículo 67 establece que el Estado determinará la política ambiental nacional y promoverá el uso sustentable de los recursos naturales.

Decreto Supremo N° 031-2010-SA: Normas y disposiciones generales para el manejo de la calidad del agua para consumo humano. Esta decisión se tomó con el objetivo de proteger la salud pública.

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM: Tiene como objeto acopiar las disposiciones aprobadas por el D.S. N° 002-2008- MINAM, el D.S. N° 023-2009-MINAM y el D.S. N° 015-2015-MINAM, dónde aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo integrado. Establece precisiones para aplicar los ECAs sobre cuatro categorías y subcategorías.

Ley de recursos hídricos N° 29338 y su reglamento: Con el objetivo de difundir el marco legal nacional para la gestión de los recursos hídricos. Artículo 36. Uso básico del agua y uso directo y eficiente de los recursos hídricos (Ley N°29338).

Ley General del Ambiente N° 28611: Artículo 133°, indica sobre la vigilancia y censura ambiental en el Perú (Ley General de Ambiente 28611).

Normativa internacional

Real Decreto 817/2015 Europea, que establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Tabla 02: Normas de calidad ambiental para sustancias preferentes

ANEXO V. NORMAS DE CALIDAD AMBIENTAL PARA SUSTANCIAS PREFERENTES

Apartado A. Normas de Calidad Ambiental (NCA)

MA: Media anual.

Unidad: µg/L

N°	N° CAS(1)	Nombre de la sustancia	NCA-MA(2) Aguas continentales (3)	superficiales	NCA-MA(2) Otras aguas superficiales
(1)	100-41-4	Etilbenceno.	30		30
(2)	108-88-3	Tolueno	50		50
(3)	71-55-6	1, 1, 1 - Tricloroetano.	100		100
(4)	1330-20-7	Xileno	30		30
(5)	5915-41-3	Terbutilazina.	1		1
(6)	7440-38-2	Arsénico	50		25
(7)	7440-50-8	Cobre(4).	Dureza del agua (mg/L CaCO ₃) CaCO ₃ ≤ 10 10 < CaCO ₃ ≤ 50 50 < CaCO ₃ ≤ 100 CaCO ₃ > 100	NCA-MA 5 22 40 120	25
(8)	18540-29-9	Cromo VI.	5		5
(9)	7440-47-3	Cromo.	50		no aplicable
(10)	7782-49-2	Selenio.	1		10
(11)	7440-66-6	Zinc(4).	Dureza del agua (mg/L CaCO ₃) CaCO ₃ ≤ 10 10 < CaCO ₃ ≤ 50 50 < CaCO ₃ ≤ 100 CaCO ₃ > 100	NCA-MA 30 200 300 500	60
(12)	74-90-8	Cianuros totales.	40		no aplicable
(13)	16984-48-8	Fluoruros.	1700		no aplicable
(14)	108-90-7	Clorobenceno.	20		no aplicable
(15)	25321-22-6	Diclorobenceno.	20		no aplicable
(16)	51218-45-2	Metolacoloro.	1		no aplicable

Fuente: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente (2015).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

Agua: Este compuesto es de suma importancia para la vida y la riqueza de la naturaleza, y sus moléculas están formadas por dos átomos de hidrógeno y oxígeno (H₂O). Posee propiedades distintivas (Torres, 2023).

Agua para consumo humano: El agua que se considera apta para el consumo humano ha sido sometida a una serie de remedios. Una vez completado este procedimiento, el agua es apta para el uso diario, incluida la higiene y limpieza personal (D.S N° 012-2017-MINAM, 2017).

Agua superficial: Son los del agua que fluye temporalmente o está en reposo sobre la tierra, o de otra masa de agua u otra sustancia (Torres, 2023).

Calidad de agua: Agua potable que cumple las normas físicas, químicas, microbiológicas y parasitológicas descritas en esta norma (DIGESA, 2010).

Concentración: Es la cantidad de soluto que puede presentar una determinada solución (Vilca, 2022).

Condiciones medioambientales: Todos los factores que condicionan la estructura y forma de vida en un espacio definido, tanto físico como biológico (León, 2020).

Contaminante: Cualquier materia o energía, al fusionarse con un determinado medio ambiente (D.S N° 012-2017-MINAM, 2017).

Contaminación: Cualquier acción o introducción de contaminantes extraños en el medio ambiente que supere las concentraciones máximas permitidas, teniendo en cuenta el carácter acumulativo o sinérgico de los contaminantes presentes en el medio ambiente (D.S N° 012-2017-MINAM, 2017).

Contaminantes antropogénicos: Son producidos por actividades humanas (León, 2020)

Contaminación del agua: Esta acumulación de sustancias tóxicas y fugas líquidas en un sistema de agua puede ser ríos, mares, o cuencas, etc (Decreto Supremo N.° 031-2010-SA, 2010).

Metal pesado: Son elementos químicos metálicos que poseen un peso atómico elevado, muchos de estos metales son tóxicos para la salud y el ambiente cuando se encuentran en niveles elevados de concentración (León, 2020).

Muestreo: Es la actividad de observar, monitorear y verificar parámetros químicos, físicos y microbiológicos de acuerdo con la normativa (DIGESA, 2010).

2.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.3.1. Hipótesis general

- Las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno son elevadas.

2.3.2. Hipótesis específicas

- Existen concentraciones altas de los metales pesados Cadmio (Cd), Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno.
- Existen concentraciones elevadas de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno.
- Las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), sobrepasan ampliamente los Estándares de Calidad Ambiental en la cuenca baja - Río Coata Puno.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio se desarrolló en la cuenca baja del río Coata, que se encuentra ubicada íntegramente dentro de la región de Puno, ocupa las superficies de las provincias de San Román, Lampa y parte de las provincias de Puno y Huancané.

a) Ubicación Geográfica

Geográficamente, se ubica en las siguientes coordenadas:

Latitud Sur: 15°55'12"

Latitud Oeste: 71°12'00"

Altitud: 3800 – 5600 msnm. (variación altitudinal)

b) Límites del Ámbito de estudio

Limitado por los siguientes:

Norte: Cuenca del río Pucara y la Intercuenca Ramis.

Sur: Cuenca del río Tambo y la Cuenca del río Ilpa.

Este: Lago Titicaca.

Oeste: cuenca del río Chili y la cuenca del río Camaná.

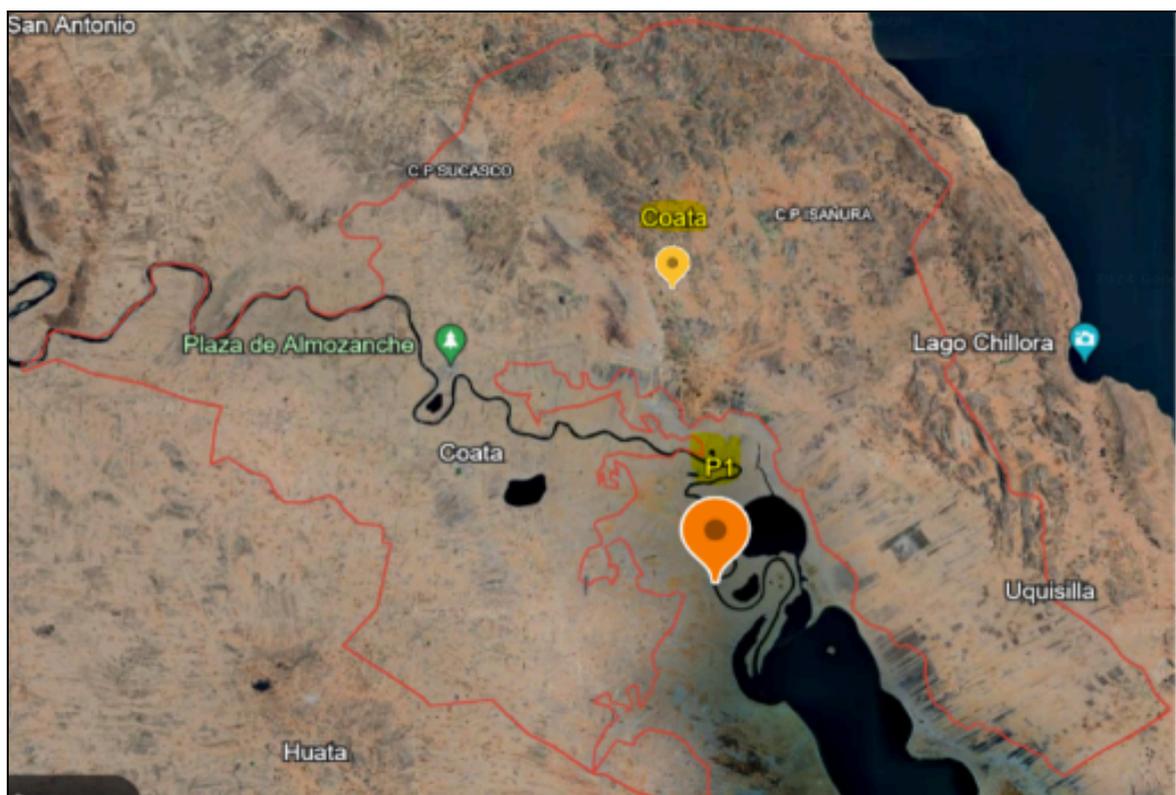


Figura 01: Ubicación del área de estudio

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. Población

La población de interés fueron las aguas de la cuenca baja del río Coata en Puno. La población en este contexto se refiere al conjunto completo de unidades que cumplen con los criterios de inclusión para el estudio, es decir, la muestra de agua tomada de la cuenca baja del río Coata en el área de interés en el año 2024. Esto incluiría todas las ubicaciones muestreadas del río durante el período de estudio.

3.2.2. Muestra

Solo se trabajó con una muestra representativa, económicamente accesible, así mismo para esta investigación de acuerdo a resultados anteriores que implican problemas sociales por la contaminación de metales pesados en el agua en la zona de estudio, es por ello que se trabajó con la autorización de los representantes de la comunidad.

Tabla 03: Coordenadas del punto de muestreo

Estación de muestreo	Posición s	Posición W
P1	15°35'26"	69°54'46"

3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

3.3.1. El Método

Tipo de investigación: Descriptiva

Diseño de investigación: No experimental

Se tomó en cuenta la metodología para la toma de muestras establecida en el “protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales”, aprobado mediante resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, y las especificaciones para muestreo por parte del Laboratorio “”, se procedió con la respectiva toma de muestras.

3.3.1.1. Objetivo específico 1: Para determinar las concentraciones de los metales pesados Cadmio (Cd) y Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno, se detalla la metodología a utilizar:

- Selección de sitios de muestreo: Se identificó sitios de muestreo representativos en la cuenca baja del río Coata, considerando factores como la geografía, la actividad industrial cercana que podrían influir en las concentraciones de metales pesados.
- Muestreo de agua: Se visitó el sitio de muestreo identificado y recolectar muestras de agua superficial en botellas de muestreo previamente limpias y aprobadas para uso de laboratorio. Se recomienda seguir prácticas de muestreo estandarizadas para garantizar la integridad de las muestras.
- Preparación de muestras: Una vez recolectadas las muestras, se procede a su preservación y transporte al laboratorio. Las muestras deben ser etiquetadas correctamente y almacenadas a temperaturas adecuadas para evitar la degradación de los contaminantes.

- **Análisis de laboratorio:** En el laboratorio, las muestras de agua se someten a análisis químicos para determinar las concentraciones de cadmio (Cd) y cobre (Cu). Se pueden utilizar técnicas analíticas como espectrofotometría de absorción atómica o espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) para medir las concentraciones de metales pesados con alta precisión y sensibilidad.
- **Interpretación de resultados:** Una vez completado el análisis, se interpretaron los resultados para determinar las concentraciones de cadmio (Cd) y cobre (Cu) en cada sitio de muestreo. Se compararon estos resultados con los estándares de calidad del agua establecidos por las autoridades ambientales para evaluar el grado de contaminación y los posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

3.3.1.2. **Objetivo específico 2:** Para determinar las concentraciones de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno se detalla la metodología a utilizar:

- **Selección de sitios de muestreo:** Identifica sitios de muestreo representativos en la cuenca baja del río Coata, teniendo en cuenta la geografía y la actividad industrial cercana que podrían influir en las concentraciones de arsénico.
- **Muestreo de agua:** Visita el sitio de muestreo identificado y recolecta muestras de agua superficial en botellas de muestreo limpias y aprobadas para uso de laboratorio. Sigue prácticas de muestreo estandarizadas para garantizar la integridad de las muestras.
- **Preparación de muestras:** Preserva y transporta las muestras de agua al laboratorio de manera adecuada, etiquetándolas correctamente y almacenados a temperaturas adecuadas para evitar la degradación del arsénico.
- **Análisis de laboratorio:** En el laboratorio, somete las muestras de agua a análisis químicos para determinar las concentraciones de arsénico. Se pueden utilizar técnicas analíticas como espectrofotometría de absorción atómica o espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS) para medir las concentraciones de arsénico con precisión y sensibilidad.

- Interpretación de resultados: Una vez completado el análisis se interpretarán los resultados para determinar las concentraciones de arsénico en el sitio de muestreo. Compara estos resultados con los estándares de calidad del agua establecidos por las autoridades ambientales para evaluar el grado de contaminación y los posibles riesgos para la salud humana y el medio ambiente.
- Informe final: Elabora un informe final que resuma los resultados del estudio, incluyendo las concentraciones de arsénico encontradas en la cuenca baja del río Coata y recomendaciones para la gestión y mitigación de la contaminación por arsénico. Este informe puede utilizarse para informar a las autoridades locales y a la comunidad sobre la calidad del agua en la cuenca y guiar futuras acciones de monitoreo y gestión ambiental.

3.3.1.3. Objetivo específico 3: Para comparar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), con la normativa actual en la cuenca baja - Río Coata Puno.

- Se tomaron en cuenta las normativas y regulaciones vigentes relacionadas con la calidad del agua en la cuenca baja del río Coata, tanto a nivel nacional como regional o local. Esto incluye estándares establecidos por el Ministerio del Ambiente u otras autoridades competentes.
- Establecimiento de criterios de evaluación: Se identificó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) de cadmio (Cd), cobre (Cu) y arsénico (As) establecidos en las normativas recopiladas. Estos límites son los valores máximos permitidos para la concentración de cada metal en el agua, y se utilizan como referencia para evaluar la calidad del agua.
- Análisis de datos: Se utilizó los datos obtenidos durante el muestreo y análisis de agua (siguiendo la metodología previamente descrita) para determinar las concentraciones de cadmio (Cd), cobre (Cu) y arsénico (As) en la cuenca baja del río Coata.
- Comparación con los ECAs: Se comparó las concentraciones medidas de cadmio (Cd), cobre (Cu) y arsénico (As) con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA)

establecidos en la normativa. Determina si las concentraciones encontradas están por encima o por debajo de estos límites y en qué medida.

- Análisis de resultados: se evaluaron los resultados de la comparación para determinar si la calidad del agua en la cuenca baja del río Coata cumple con los estándares establecidos en la normativa vigente. Identifica posibles áreas donde se excedan los límites y áreas donde se cumplan o se estén por debajo de los límites, así como cualquier tendencia observada a lo largo del tiempo.

3.3.2. Técnicas e instrumentos

Materiales, Reactivos y Equipos

Materiales

- Tablero A4.
- Fichas de campo.
- Plumón indeleble.
- Lapicero (azul).
- Frascos de polietileno 500 ml.
- Guantes descartables.
- Agua destilada.
- Cooler
- Hielo.

Indumentaria y Movilidad

- Zapatos de seguridad.
- Chaleco.
- Casco.
- Vehículo.

Equipos

- GPS
- Cámara fotográfica

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 04: Operalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	DE INSTRUMENTO	METODOLOGÍA
V. I	Concentración de Cadmio (Cd)	de	µg/L	Instrumentos de laboratorio:	Tipo de investigación:
Concentraciones de Cd (cadmio), Cu (cobre) y As (arsénico) en el agua de la cuenca baja del río Coata.	Concentración de Cobre (Cu)	de	(microgramos por litro) o mg/L	- Espectrofotómetro; Cromatógrafo de gases o espectrometría de masas.	n: Descriptiva
				- Equipo de muestreo: Botellas de muestreo de agua; Instrumentos de mapeo:GPS	Diseño de investigación: No experimental
V. D	Concentración	de	Valores estándares para calidad de agua		Método: Enfoque cuantitativo
Calidad de agua		Concentración de Cd, Cu y As es:			
		- Alta,			
		- Media			
		- Baja			

CAPÍTULO IV

EXPOSICION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. CONCENTRACIONES DE LOS METALES PESADOS CADMIO (CD) Y COBRE (CU) EN LA CUENCA BAJA - RÍO COATA PUNO.

La tabla 5. muestra la concentración de cadmio (Cd) con 0,002 mg/L y cobre (Cu) con 0,015 mg/L en la cuenca baja del río Coata. Estos resultados comparados con (Carhuaricra, 2024) en su estudio de la evaluación de la calidad del agua como parte del control y protección ambiental de la U.E.A. Breapampa de Ayacucho, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente, donde ha obtenido de 0.0015 a 0.00599 mg/L de cobre y cadmio de 0,0006 a 0,00049 mg/L. Mientras que Calero (2023), en su estudio denominado "Evaluación del contenido de metales pesados en el agua superficial de desembocadura del río Chancay de Huaral", no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente, en su resultado ha obtenido para cadmio 0.005 a 0.007 mg/L. Así también Gutierrez (2023), en su trabajo de investigación, las concentraciones máximas de los metales en los meses de avenida: cobre 0.00238 mg/L en el mes de marzo. En los meses de estiaje: cobre 0.00131 mg/L en el mes de abril, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y su toma de muestras se realizó en dos tiempos. Choque (2023), en su trabajo realizado sobre "Evaluación del grado de contaminación por metales pesados del agua en la playa turística San Juan de la ciudad de Juli, 2023" Consideró 5 puntos de toma de muestra con dos repeticiones, teniendo como resultado: cobre con 0.042 mg/L, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente. Finalmente, Salas et al. (2020), en su trabajo de investigación "Distribución de metales pesados en aguas superficiales del Río

Crucero, Perú”. En su resultado ha obtenido una variación de cadmio de 0,00011 a 0,00429 mg/L, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente.

Tabla 05: Concentración de cadmio y cobre

Nombre muestra	de Matriz muestra	de la Metales	Resultados
Punto de muestreo C1	Agua Natural	- Cadmio (Cd)	0,002
	Superficial de Río	- Agua Cobre (Cu)	0,015

Hipótesis plateada:

Existen concentraciones altas de los metales pesados Cadmio (Cd), Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno.

Análisis :

De acuerdo a los resultados obtenidos y con la contrastación de la hipótesis, para cadmio se ha obtenido una concentración alta , mientras que para cobre la concentración se encuentra dentro de los ECAs.

4.2. CONCENTRACIONES DE ARSÉNICO (AS) EN LA CUENCA BAJA - RÍO COATA PUNO

La tabla 6, muestra la concentración de arsénico en la cuenca baja del río Coata, donde se ha evidenciado una concentración de 0,027 mg/L, así también se ha determinado la concentración de otros metales pesados como es el caso de mercurio de 0,0008 mg/L ,selenio de 0,02 mg/L, plomo de 0,016 mg/L, zinc de 0,05 mg/L , níquel de 0,005 mg/L, antimonio de 0,01 mg/L,talio de 0,01 mg/Ly bario 0,087 mg/L. Estos resultados con Calero (2023), en el estudio denominado “Evaluación del contenido de metales pesados en el agua superficial de desembocadura del río Chancay, Huaral”, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente, en su resultado obtuvo variaciones de arsénico 0.002 a 0.047, cromo 0.020 a 0.032 y plomo 0.023 a 0.051. Mientras que, Gutierrez (2023), en su trabajo de investigación, es diferente, la concentración de

metales en los meses de avenida: arsénico 0.00494mg/L en el mes de marzo, mercurio con un valor de encima del límite ECA. Meses de estiaje: arsénico 0.00328 mg/L en el mes de junio, mercurio 0.00131 mg/L en el mes de abril, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y la toma de muestra se realizó en dos tiempos. Finalmente Babativa & Caicedo (2018), en su estudio en la zona comprendida de la desembocadura del caño Maizaro hasta puente Murujuy del municipio de Villavicencio de Colombia ha obtenido 0,063 mg/l de cromo ,0,019 mg de níquel y 0,049 mg/l de plomo. Se evidencia que en comparación con los otros estudio se ha obtenido resultados diferentes , concierne en la concentración de metales pesados en las aguas superficiales en los lugares de estudio,no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente .

Tabla 06: Concentración de arsénico y otros metales pesados

Nombre muestra	de	Matriz de muestra	de la	Metales	Unidad	Resultados
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Arsénico	mg/L	0,02700
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Mercurio	mg/L	0,0008
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Antimonio	mg/L	0,01
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Níquel	mg/L	0,005
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Talio	mg/L	0,01
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Bario	mg/L	0,087
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Selenio	mg/L	0,02
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Plomo	mg/L	0,016
Punto muestreo C1	de	Agua Superficial de Río	Natural - Agua	Zinc	mg/L	0,05

Hipótesis planteada:

Existen concentraciones elevadas de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno.

Análisis :

De acuerdo a los resultados obtenidos y con la contrastación de la hipótesis, para arsénico se ha obtenido una concentración dentro de los ECAs . Por lo tanto no aceptamos la hipótesis.

4.3. COMPARACIONES DE LAS CONCENTRACIONES DE CADMIO (CD), COBRE (CU) Y ARSÉNICO (AS), CON LOS ECA CATEGORÍA 4 D.S. N°004-2017 EN LA CUENCA BAJA - RÍO COATA PUNO.

La tabla 7. muestra la concentración de cadmio (Cd) , cobre (Cu) y arsénico (As) , se evidencia que la concentración de cobre y arsénico se encuentran dentro del rango de los estándares de calidad ambiental (ECA) establecido por el D.S 004 – 2017 MINAM , excepto cadmio, puesto que sobrepasa los estándares calidad ambiental dentro de la categoría 4:

Tabla 07: Concentración de Cd, Cu y As con el ECA

Metales	Resultados	ECA: Categoría	ECA:
		4	Categoría 4
		Costa y	- Selva
		- Sierra	
Cadmio (Cd)	0,002	0,00025	0,00025
Cobre (Cu)	0,015	0,1	0,1
Arsénico (AS)	0,027	0,15	0,15

Para su mejor visualización se detalla en la figuras :

La figura 2. Muestra la concentración de cadmio en la cuenca baja del río Coata, donde se visualiza una concentración de 0,002 mg/L , comparado con el ECA de la categoría 4 : conservación del ambiente acuático para ríos de la costa - sierra y selva , se evidencia una concentración superior a los estándares de calidad ambiental establecido en el D.S 004- 2017 MINAM. Estos resultados comparados con Carhuaricra (2024), no coinciden,

dado que la investigación se realizó en un lugar diferente , en su resultado indica que las estaciones evaluadas presentan concentración de cadmio que cumplen con los estándares especificados en la norma. Calero (2023), en el estudio, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y la toma de muestra realizó en diferentes puntos , puesto que evaluando según categoría 1 DS N°004-2017-MINAM Perú, como resultado obtuvo variaciones de cadmio 0.005 a 0.007 mg/L, se encuentra dentro del ECA del MINAM destinados a recreación. Finalmente Salas et al. (2020), en su trabajo de investigación sobre la distribución de metales en aguas superficiales del Río Crucero, Perú, en su resultado ha obtenido que el agua no es apta para el consumo humano como lo demuestra el valor de pH superior a 8,5 que no cumple con las normas marcadas por la Organización Mundial de la Salud. Sin embargo, existe certeza de contaminación por cadmio en las aguas superficiales, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y ha incluido como parámetro al pH.

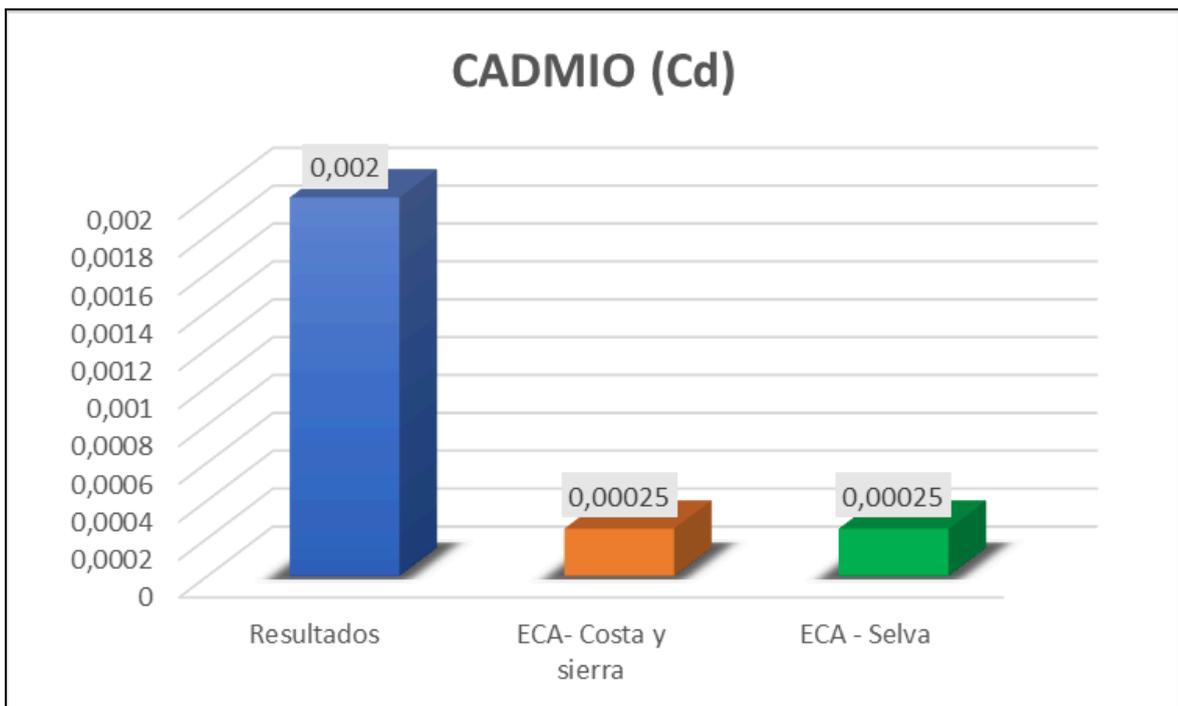


Figura 02: Concentración de cadmio con los ECA

La figura 3. Muestra la concentración de cobre en la cuenca baja del río Coata, donde se visualiza una concentración de cobre 0,015 mg/L , comparado con el ECA de la categoría 4 : conservación del ambiente acuático para ríos de la costa-sierra y selva , se

evidencia que se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental, establecido por el D.S 004- 2017 MINAM. Así también comparado con la normativa Europea de calidad ambiental para sustancias preferentes , se encuentra dentro de lo establecido (ver tabla 2). Estos resultados comparados con Choque (2023), no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y ha incluido como parámetro al pH , en su resultado ha obtenido: cobre fue de 0.042 mg/L, comparado con los estándares de calidad ambiental , están por debajo de los ECA aprobados según el decreto. Gutierrez (2023), en su trabajo de investigación sobre la evaluación de metales pesados en el agua en el distrito de Chicla - Huarochirí, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente. En su resultado en cuanto a las concentraciones máximas de los metales en los meses de avenida: cobre 0.00238 mg/L en el mes de marzo encima del límite ECA. Meses de estiaje: cobre 0.00131 mg/L en el mes de abril, también sobrepasa. no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y la toma de muestra en diferentes se realizó en diferentes puntos. Finalmente, Torres (2023), en su estudio, el cobre en ambos puntos de muestreo tiene una alta concentración , lo que puede deberse a la gran actividad minera que se presentó en las minas, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente.

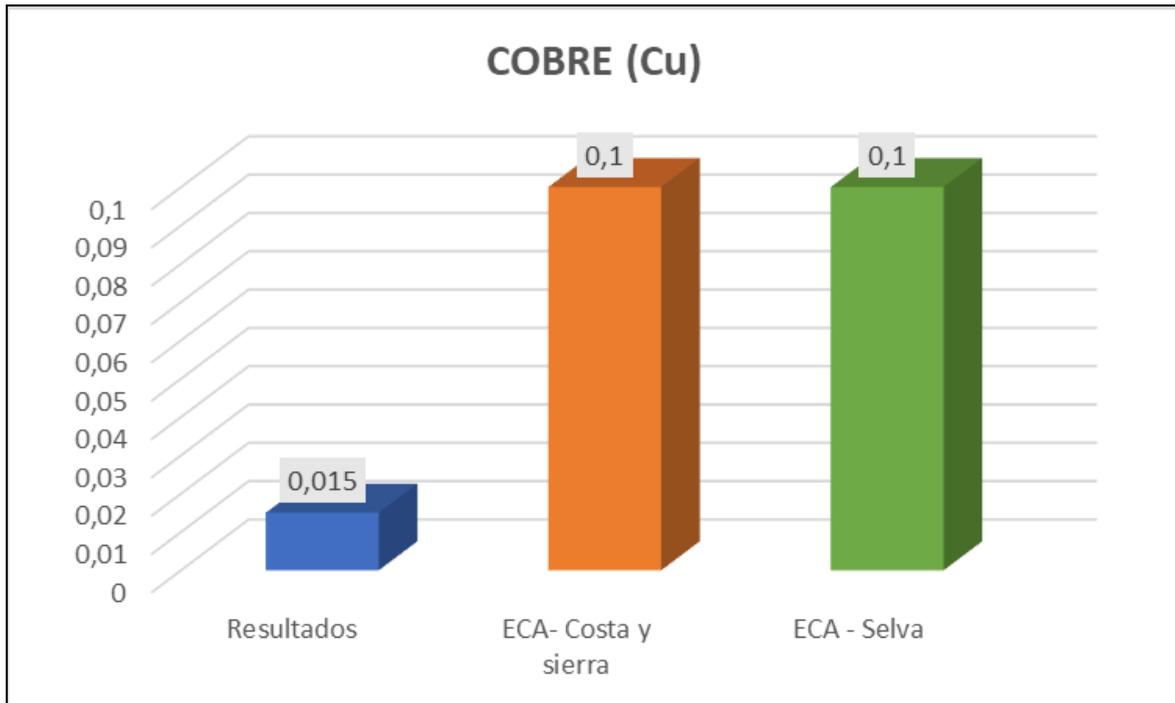


Figura 03: Concentración de cobre con el ECA

La figura 4. Muestra la concentración de arsénico en la cuenca baja del río Coata, donde se visualiza una concentración de arsénico 0,027 mg/L , comparado con el ECA de la categoría 4 : conservación del ambiente acuático para ríos de la costa- sierra y selva , se evidencia que se encuentra dentro de los estándares de calidad ambiental, establecido por el D.S 004- 2017 MINAM. Así también comparado con la normativa Europea de calidad ambiental para sustancias preferentes , se encuentra dentro de lo establecido (ver tabla 2). Estos resultados son comparados con Gutierrez (2023), no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente, como resultados en cuanto a las concentraciones máximas de arsénico en los meses de avenida: Arsénico 0.00494mg/L en el mes de marzo con un valor de encima del límite ECA. Meses de estiaje: Arsénico 0.00328 mg/L en el mes de junio, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y la toma de muestra se realizó en dos tiempos. Torres (2023), en su estudio indica que los niveles de arsénico en el centro de la bahía son bastante altos, pero no suponen un riesgo para la salud pública ni para el medio ambiente acuático, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente. Finalmente Salas

et al. (2020), en su trabajo de investigación sobre la distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales, la concentración de arsénico no es apta para el consumo humano como lo demuestra el valor de pH superior a 8,5 que no cumple con las normas marcadas por la Organización Mundial de la Salud, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y se ha incluido el pH.

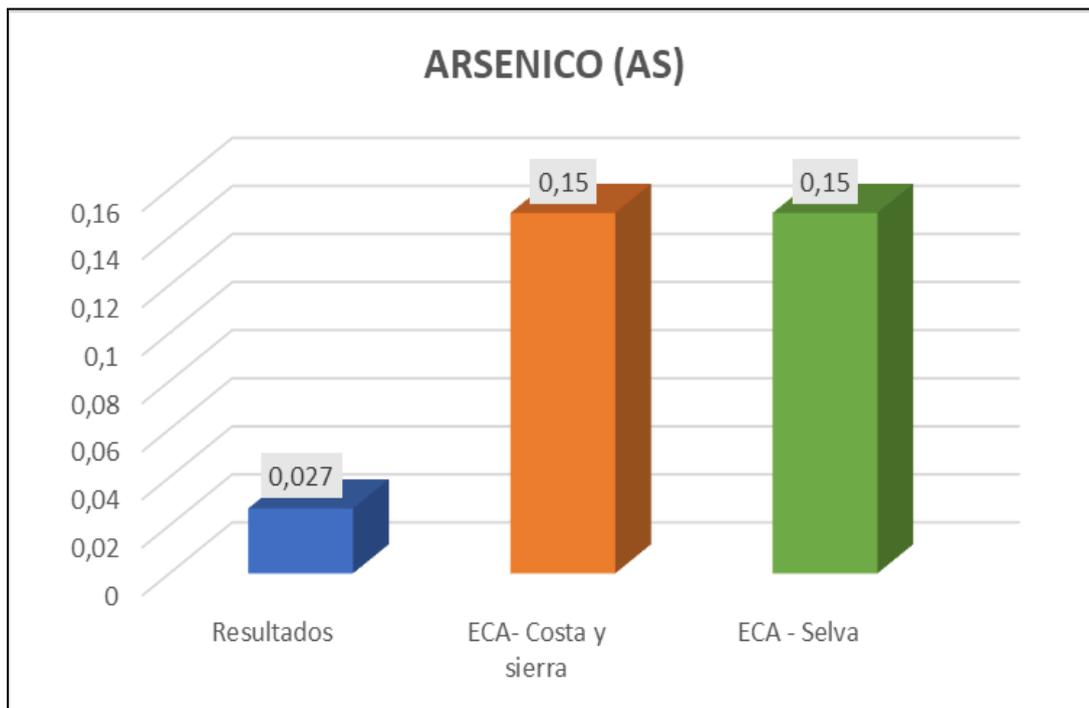


Figura 04: Concentración de arsénico con el ECA

Así también en la presente investigación se ha incluido otros metales pesados pesados , en la tabla 8 se muestra:

Tabla 08: La tabla muestra la concentración de metales pesados adicionales que se incluyó en la presente investigación.

Parámetros	Resultados	ECA	
		Costa y sierra	Selva
Mercurio	0,0008	0,0001	0,0001
Antimonio	0,01	0,64	0,64
Níquel	0,005	0,052	0,052
Talio	0,01	0,0008	0,0008
Bario	0,087	0,7	1
Selenio	0,02	0,005	0,005
Plomo	0,017	0,0025	0,0025
Zinc	0,05	0,12	0,12

La figura 5, muestra la concentración de mercurio , se evidencia un contenido de 0,0008 mg/L de mercurio , comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM , donde para costa-sierra y selva , el contenido de mercurio sobrepasa lo establecido. Estos resultados comparados con Gutierrez (2023), en su trabajo de investigación, concentración de metales en los meses de avenida: mercurio con un valor por encima del límite ECA. Meses de estiaje: Mercurio 0.00131 mg/L en el mes de abril, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente y se realizó la toma de muestra en dos tiempos diferentes.

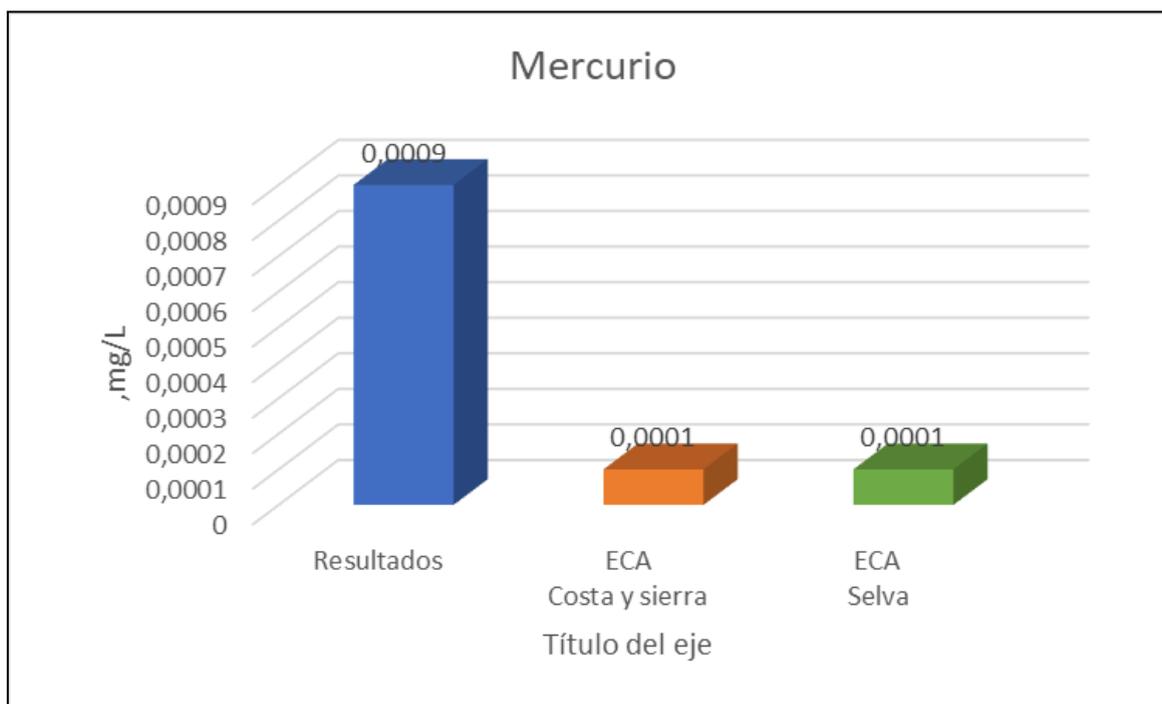


Figura 05: Concentración de mercurio con el ECA

La figura 6, muestra la concentración de antimonio , se evidencia un contenido de 0,01 mg/L de antimonio, comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM, donde para costa-sierra y selva, el contenido de antimonio se encuentra dentro de lo establecido.

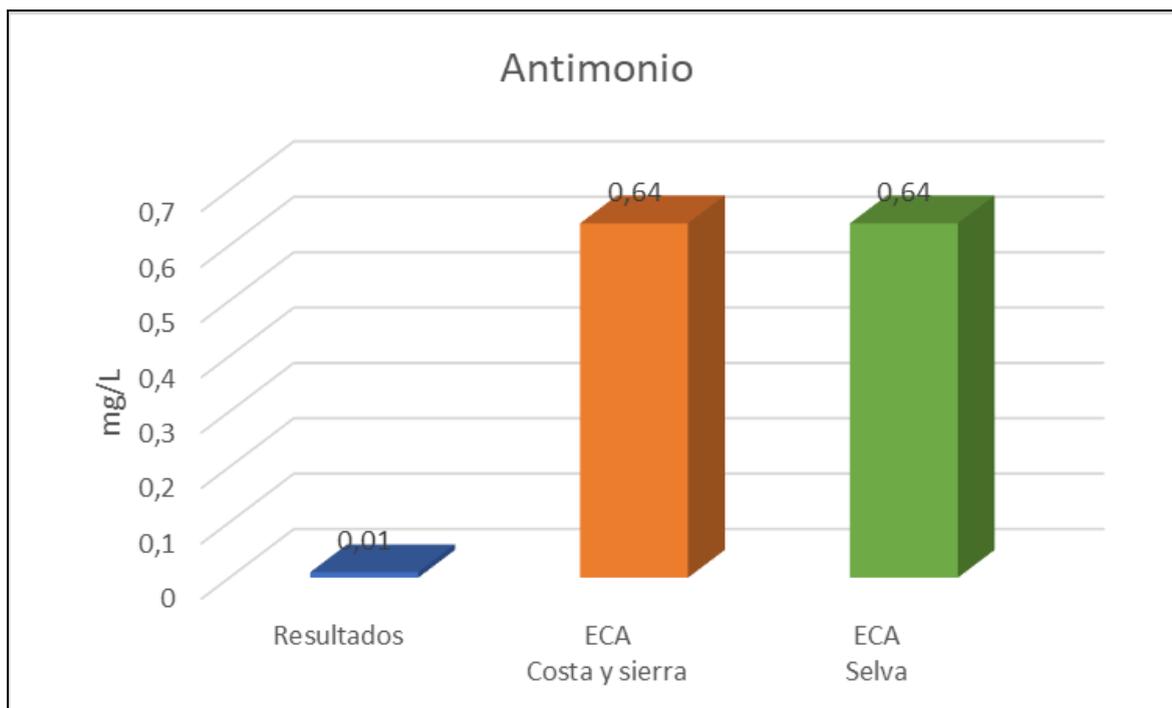


Figura 06: Concentración de antimonio con el ECA

La figura 7 ,muestra la concentración de talio , se evidencia un contenido de 0,01 mg/L de talio , comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM , donde para costa - sierra y selva , el contenido de talio sobrepasa lo establecido.

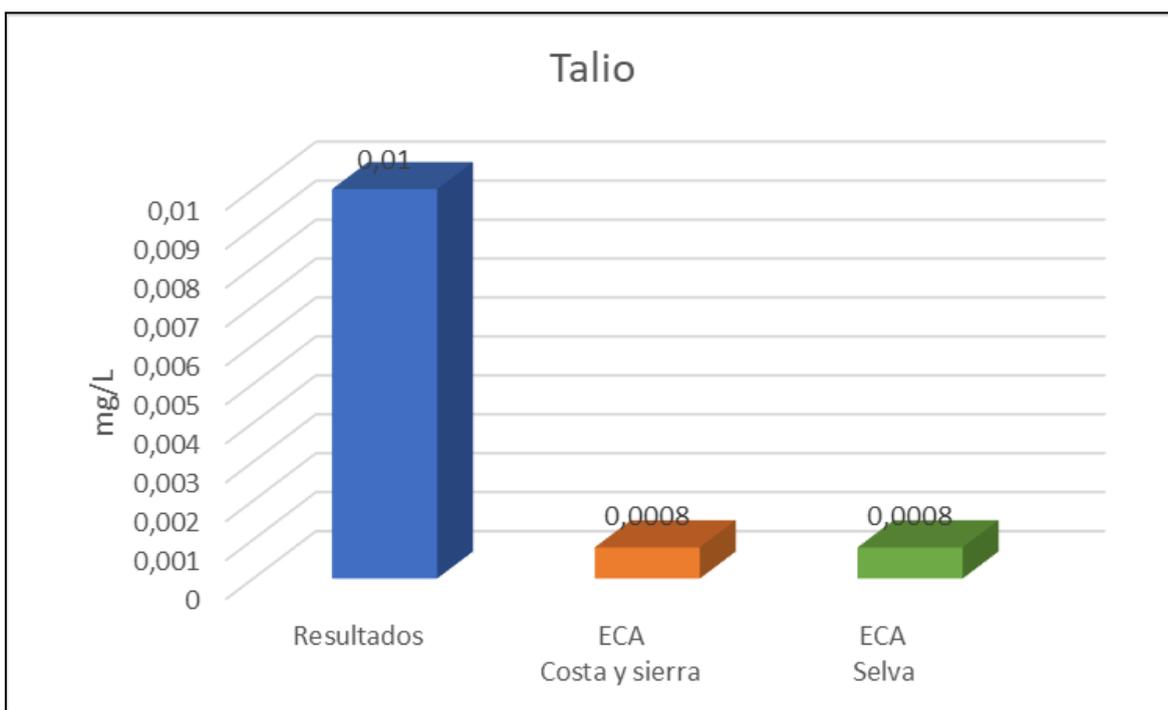


Figura 07: Concentración de talio con el ECA

La figura 8 , muestra la concentración de bario , se evidencia un contenido de 0,087 mg/L de bario , comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM , donde para costa-sierra y selva , el contenido de bario se encuentra dentro de lo establecido.

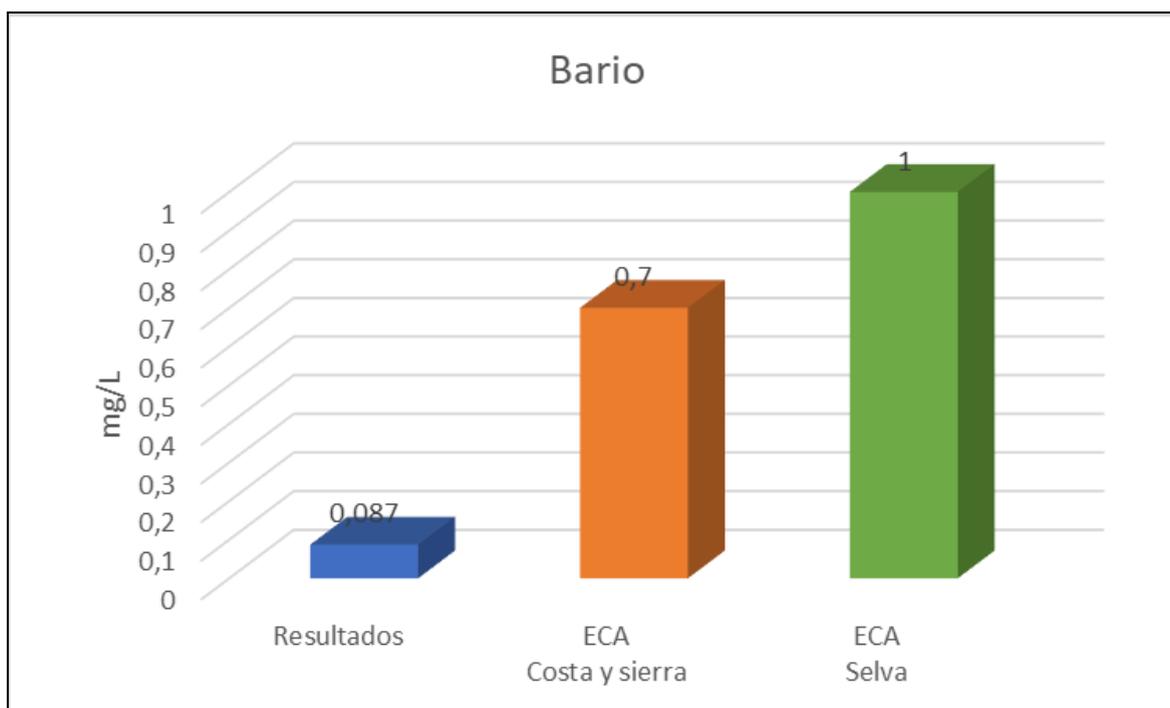


Figura 08: Concentración de bario con el ECA

La figura 9, muestra la concentración de selenio , se evidencia un contenido de 0,02 mg/L de selenio , comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM , donde para costa-sierra y selva , el contenido de selenio sobrepasa lo establecido. Así también comparado con la normativa Europea de calidad ambiental para sustancias preferentes , se encuentra dentro de lo establecido (ver tabla 2). Estos resultados comparados con Babativa & Caicedo (2018), en su estudio en la zona comprendida de la desembocadura del caño Maizaro hasta puente Murujuy del municipio de Villavicencio de Colombia ha obtenido 0,019 mg de Níquel . Se evidencia que en comparación con los otros estudio se ha obtenido resultados diferentes , concerniente en la concentración de metales pesados en las aguas superficiales en los lugares de estudio, no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente.

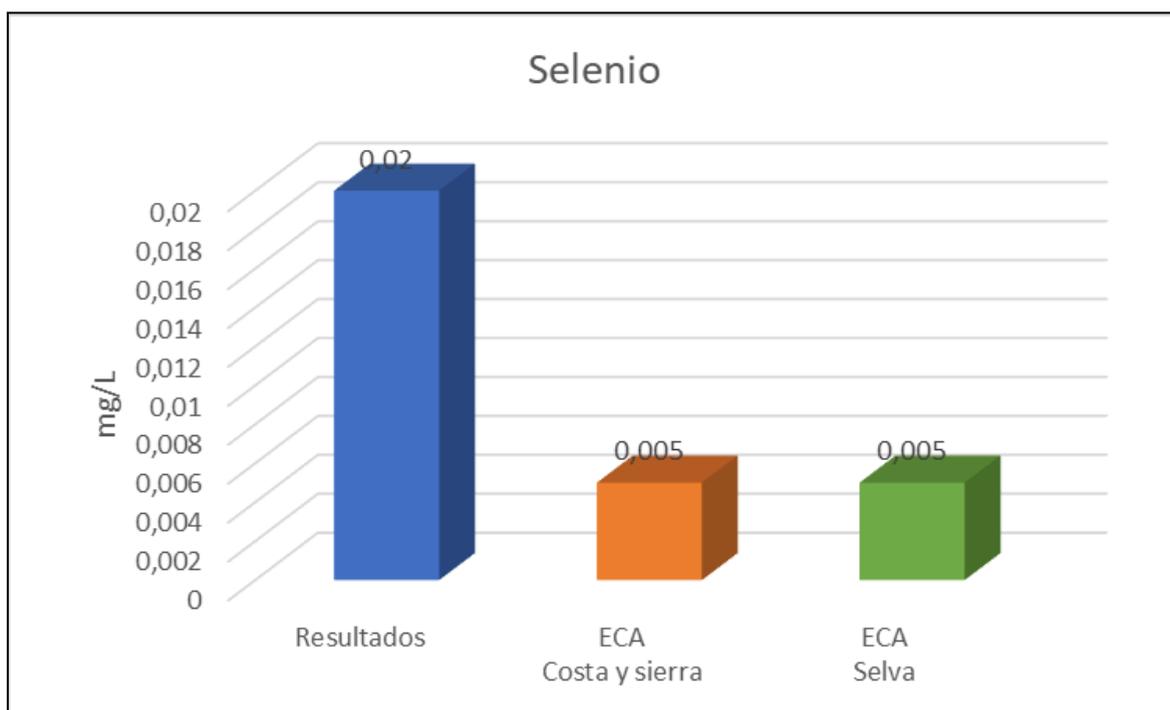


Figura 09: Concentración de selenio con el ECA

La figura 10, muestra la concentración de zinc , se evidencia un contenido de 0,05 mg/L de zinc , comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM , donde para costa-sierra y selva , el contenido de zinc se encuentra de lo establecido . Así también comparado con la normativa Europea de calidad ambiental para sustancias preferentes , se encuentra dentro de lo establecido (ver tabla 2).

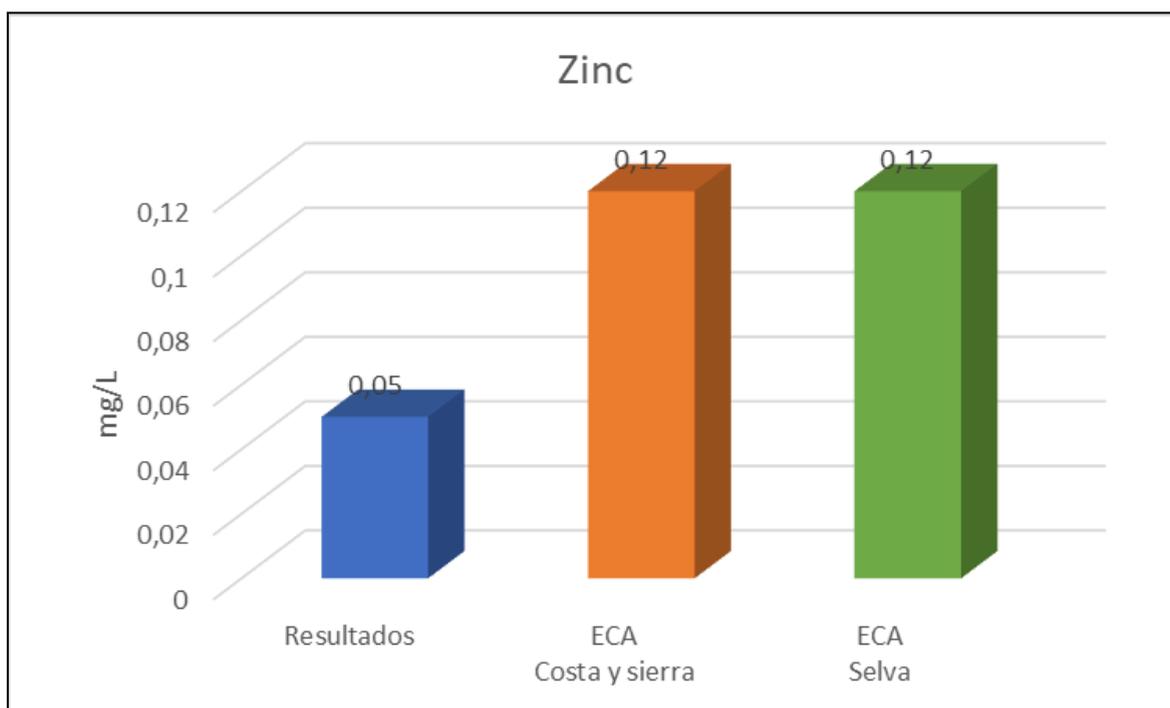


Figura 10: Concentración de zinc con el ECA

La figura 11, muestra la concentración de plomo , se evidencia un contenido de 0,017 mg/L de plomo , comparado con los estándares de calidad ambiental de la categoría 4 establecido por el decreto supremo 004-2017- MINAM , donde para costa-sierra y selva , el contenido de plomo sobrepasa lo establecido. Estos resultados son comparados con Calero (2023), no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente, en su resultado ha obtenido una concentración de 0.023 a 0.051 de plomo. Finalmente Babativa & Caicedo (2018), en su estudio en la zona comprendida de la desembocadura del caño Maizaro hasta puente Murujuy del municipio de Villavicencio de Colombia ha obtenido 0,049 mg/l de plomo,no coinciden, dado que la investigación se realizó en un lugar diferente. Se evidencia que en comparación con los otros estudio se ha obtenido resultados diferentes , concierne en la concentración de metales pesados en las aguas superficiales en los lugares de estudio.

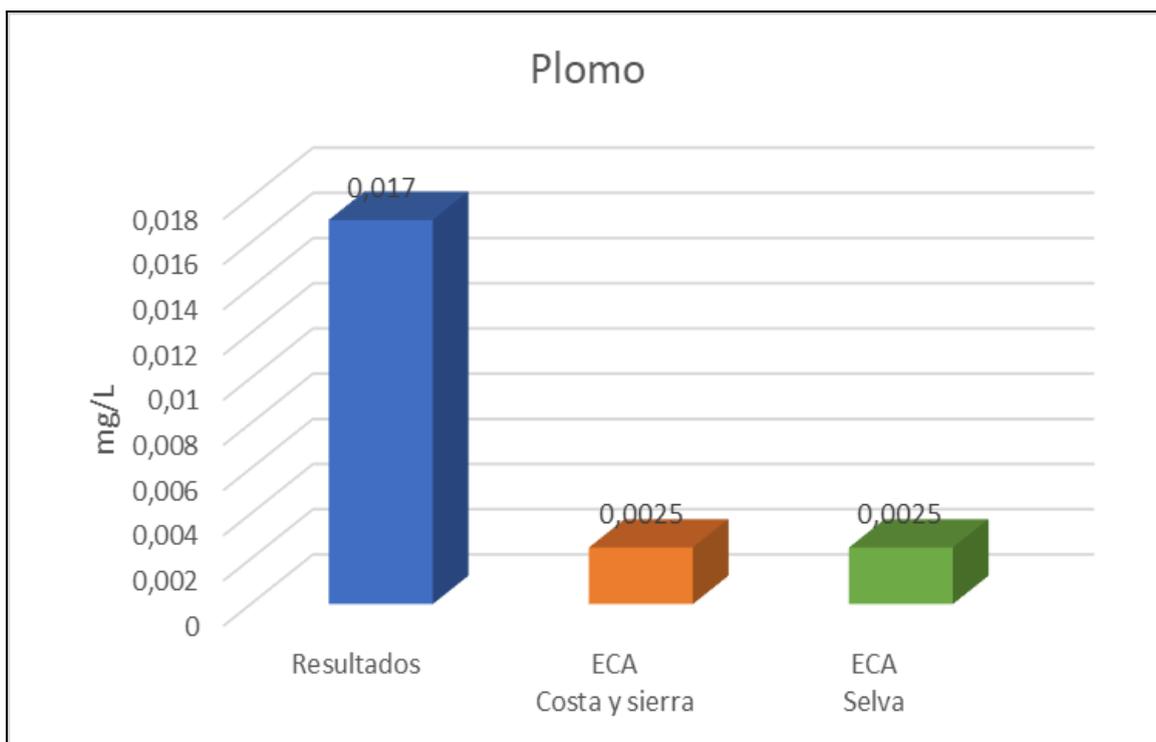


Figura 11: Concentración de plomo con el ECA

Hipótesis plateada:

Las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), sobrepasan ampliamente los Estándares de Calidad Ambiental en la cuenca baja - Río Coata Puno.

Análisis :

De acuerdo a los resultados obtenidos y con la contrastación de la hipótesis, para cadmio la concentración sobrepasa ampliamente, mientras que para cobre y arsénico, se encuentran dentro del ECAs.

CONCLUSIONES

PRIMERA: Respecto a la concentración de cadmio (Cu) se obtuvo una concentración de 0,002 mg/L y una concentración de cobre (Cu) de 0,015 mg/L en la cuenca baja - Río Coata Puno. Se evidencia una concentración de cadmio que sobrepasa la normativa; mientras que, el cobre está en una concentración aceptable para la conservación del medio acuático.

SEGUNDA: La concentración de arsénico (As) es de 0,027 mg/L en la cuenca baja - Río Coata Puno. Así también se ha incluido en la presente investigación otros metales pesados : Mercurio con 0,0008 mg/L, antimonio con 0,01 mg/L, níquel con 0,005 mg/L, talio con 0,01 mg/L, Bario con 0,087 mg/L, selenio con 0,02 mg/L, plomo con 0,016 mg/L, Zinc con 0,05 mg/L. Arsénico, antimonio, bario y zinc, se encuentran en concentraciones bajas; mientras que mercurio, talio, selenio y plomo, no se encuentran aceptables para la conservación del medio acuático.

TERCERA: Se llega a la conclusión que la concentración de cadmio sobrepasa los estándares de calidad ambiental de la costa - sierra y selva, mientras que cobre y arsénico se encuentran dentro del rango establecido de la categoría 4 establecido por el D.S 004 – 2017 MINAM. Así también para los metales pesados incluidos : mercurio, selenio, talio y plomo, sobrepasa; pero para antimonio, níquel, zinc y bario, se encuentran dentro de los Ecas. Comparado con la normativa europea por el Real Decreto 817/2015 de la calidad ambiental para sustancias preferentes para arsénico, cobre, selenio y zinc en aguas superficiales continentales, se encuentran dentro de lo establecido.

RECOMENDACIONES

PRIMERA : Se recomienda a otros investigadores que tienen la intención de realizar este tipo de estudio, incluir en la investigación más metales pesados; tales como, plomo y mercurio, para la determinación de la concentración en la cuenca baja - Río Coata Puno.

SEGUNDA: Para posteriores investigaciones se recomienda determinar la concentración de los parámetros microbiológicos; tales como, coliformes termotolerantes y totales de las aguas superficiales de los ríos, puesto que en las cuencas se descargan también aguas residuales procedentes de los domicilios.

TERCERA : Así también, se recomienda incluir más puntos de monitoreo para la determinación de la concentración de metales pesados en una cuenca y su comparación con los estándares de calidad ambiental establecidos por el D.S. N°004-2017.

BIBLIOGRAFÍA

- Albert, L. (2022). *Contaminación ambiental. Origen, clases , fuentes y efectos.*
<https://dsp.facmed.unam.mx/wp-content/uploads/2022/02/Contaminacion-ambiental-origen-clases-fuentes-y-efectos.pdf>
- ANA. (2019). *Resolución Jefatural.*
<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/RJ%20010-2019-ANA.pdf>
- Ariza, A., & Sampayo, L. (2017). *Determinación de la contaminación por metales pesados en el embalse el guájaro, departamento del Atlántico.*
- ASTRONOMÍA. (2020). *Las aguas superficiales: Rios.*
<https://funcagua.org.gt/wp-content/uploads/2020/04/SF.-Las-aguas-superficiales-r%C3%ADos.pdf>
- ATSDR. (2022). *Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades.*
<https://www.atsdr.cdc.gov/es/index.html>
- Babativa, I., & Caicedo, J. (2018). *Evaluación de la presencia y distribución de los metales pesados cromo, níquel y plomo en el río Ocoa , en la zona comprendida entre la desembocadura del caño Maizaro hasta el puente murujuy, municipio de villavicencio -meta.*
- Biswal, B., & Balasubramanian, R. (2023). Uso de biocarbón como adsorbente de bajo costo para la eliminación de metales pesados del agua y las aguas residuales: Una revisión. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(5), 110986.
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.110986>
- Bravo, W. (2023). *Evaluación de los índices de riesgo para la salud humana por contaminación de metales en aguas superficiales de la subcuenca del río Negro, Áncash.*
<https://repositorio.inaigem.gob.pe/bitstreams/d1f48e8a-831a-490e-a179-1c8152c13d66/download>
- Calero, B. (2023). *Evaluación del contenido de metales pesados en el agua superficial de*

- desembocadura del río Chancay, Huaral, año 2021.
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/20.500.14067/7797>
- Carhuaricra, M. (2024). *Evaluación de la calidad del agua como parte del control y protección ambiental de la U.E.A. Breapampa – Provincia de Parinacochas Ayacucho – 2021.*
- Choque, A. (2023). *Evaluación del grado de contaminación por metales pesados del agua en la playa turística San Juan de la ciudad Juli, 2022.*
- Chui, H., Roque, B., Huaquisto, E., Sardón, D., Belizario, G., & Calatayud, A. (2021). Metales pesados en truchas arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*) de crianza intensiva de la zona noroeste del lago Titicaca. *Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú*, 32(3), Article 3. <https://doi.org/10.15381/rivep.v32i3.20398>
- Covarrubias, S., & Peña, J. (2017). Contaminación ambiental por metales pesados en Mexico: Problemática y estrategias de fitorremediación. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 33, 7-21.
<https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01>
- Cuba, O., Fuentes, F., & Coral, R. (2021). Contaminación por metales pesados de la microcuenca agropecuaria del río Huancaray—Perú. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 87(1), Article 1. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.320>
- DIGESA. (2010). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.*
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/273650/reglamento-de-la-calidad-d-el-agua-para-consumo-humano.pdf?v=1561937448>
- D.S N° 012-2017-MINAM. (2017). *Aprueban Criterios para la Gestión de Sitios Contaminados.*
https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAH/normas/3_NORMAS_AMBIENTALES_TRANSVERSALES/30.%20Decreto%20Supremo%20N%C2%B0%20012-2017-MINAM.pdf
- Gutierrez, M. (2023). *Evaluación de metales pesados en el agua para el desarrollo de la piscicultura en el distrito de Chicla – Huarochirí 2022.*

<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/451e68e8-3123-4ebd-a84c-71b6eef7f8e2/content>

León, R. (2020). Grado de contaminación por metales pesados de las aguas del Centro Poblado de Huacani Pomata – 2020. *Universidad Privada San Carlos*.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC S.A.C./209>

Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. (2025). *Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental*. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-9806-consolidado.pdf>

ONU. (2022). *La contaminación mata nueve millones de personas al año, el doble que el COVID-19*. <https://news.un.org/es/story/2022/02/1504162>

OPS & OMS. (2009). *Herramienta de capacitación para el manejo responsable de plaguicidas y sus envases* (Rosario Salinas).

Patiño, Y., & Sanchez, A. (2020). *Identificación y comparación de presencia de metales: PB, CR Y ZN en el río Ocoa y sus fuentes de origen antrópico, Villavicencio-Meta*. Scribd. <https://es.scribd.com/document/482575657/YURI-8-1-2020>

Quispe, J. (2024). Actitudes y prácticas ambientales de la población urbana de Puno, altiplano andino. *La Granja*, 39(1), Article 1.
<https://doi.org/10.17163/lgr.n39.2024.03>

Quispe, R., Belizario, G., Chui, H., Huaquisto, S., Calatayud, A., & Yábar, P. (2019). Concentración de metales pesados: Cromo, cadmio y plomo en los sedimentos superficiales en el río Coata, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 36(2), 83-90.

Salas, D., Hermoza, M., & Ávila, D. (2020). Distribución de metales pesados y metaloides en aguas superficiales y sedimentos del río Crucero, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 37(4), 185-193.

Torres, M. (2023). *Evaluación de la contaminación con metales pesados en la bahía de Coronel mediante el análisis de sedimentos*.
<http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8796779>

Vilca, C. (2022). Determinación de los niveles de mercurio y plomo de las aguas superficiales en la unidad hidrográfica del río Lampa y su relación con el cumplimiento de los estándares de calidad ambiental (ECA) para el periodo 2021. *Universidad Privada San Carlos*. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC/394>

ANEXOS

Anexo 01: Operacionalización de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTO	METODO LOGÍA
V. I Concentraciones de Cd (cadmio), Cu (cobre) y As (arsénico) en el agua de la cuenca baja del río Coata.	Concentración de Cadmio (Cd) Concentración de Cobre (Cu) Concentración de Arsénico (As)	Concentración de Cd, Cu y As es: - Alta, - Media - Baja	µg/L (microgramos por litro) o mg/L Valores de estándares para calidad de agua	Instrumentos de laboratorio: - Espectrofotómetro: Cromatógrafo de gases o espectrometría de masas. - Equipo de muestreo: Botellas de muestreo de agua; Instrumentos de mapeo:GPS	Tipo de investigación: Descriptiva Diseño de investigación: No experimental Método: Enfoque cuantitativo

Anexo 02: Matriz de consistencia

TÍTULO: “Evaluación de las concentraciones de cadmio ,cobre y arsénico cuenca baja- río Coata Puno,2024”

PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Cuáles son las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno, estas son elevadas?</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Al evaluar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno, estas son elevadas</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Evaluar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Concentraciones de Cd (cadmio), Cu (cobre) y As (arsénico) en el agua de la cuenca baja del río Coata.</p>	<p>Concentración de Cadmio (Cd)</p> <p>Concentración de Cobre (Cu)</p> <p>Concentración de Arsénico (As)</p>	<p>Tipo de investigación:</p> <p>Descriptiva</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>No experimental</p> <p>Método:</p> <p>Enfoque cuantitativo</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> ¿Existen concentraciones de metales pesados Cadmio (Cd), Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno? ¿Existe presencia de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno? ¿Cómo son las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), comparadas con los ECA categoría 4 D.S. N°004-2017 en la cuenca baja - Río Coata Puno? 	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</p> <ol style="list-style-type: none"> Existen concentraciones altas de los metales pesados Cadmio (Cd), Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Existen concentraciones elevadas de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), sobrepasan ampliamente los Estándares de Calidad Ambiental en la cuenca baja - Río Coata Puno. 	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <ol style="list-style-type: none"> Determinar las concentraciones de los metales pesados Cadmio (Cd) y Cobre (Cu) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Determinar las concentraciones de Arsénico (As) en la cuenca baja - Río Coata Puno. Comparar las concentraciones de Cadmio (Cd), Cobre (Cu) y Arsénico (As), con los ECA categoría 4 D.S. N°004-2017 en la cuenca baja - Río Coata Puno. 	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Calidad de agua</p>		

Anexo 03: Resultados de la concentración de metales pesados



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 752B2F8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-24-00228

Fecha de emisión: 31/7/2024

Página 1 de 5

Señores : BRINDIZ KKAZZANDRA SUASACA BENAVENTE
Dirección : JR. BOLOGNESI 652 - PUNO
Atención : DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA
Proyecto : EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE METALES PESADOS - COATA 2024

PROTOKOLO DE MUESTREO

Muestreo realizado por : Cliente : BRINDIZ KKAZZANDRA SUASACA BENAVENTE / DEISY LUZBELIA NUÑEZ ACROTA
Registro de muestreo : Cadena de custodia N°: 146-24
Plan de muestreo : Muestreado por el cliente
Procedimiento Aplicado : Muestreado por el cliente

Fecha de recepción : 22/7/2024
Fecha de ensayo : 22/7/2024
Nro de muestras : 1

Cod. Interno L.A.S.	(c) Nombre de muestra	(c) Matriz de la muestra	(c) Zona, Urb, AAHH/Dist/Prov/Depart.	(c) Punto de muestreo y/o coordenadas	(c) Fecha de inicio de muestreo	(c) Hora de inicio de muestreo
AG24000432	PUNTO DE MUESTREO C1	Agua Natural - Superficial - Agua de Río	COATA / PUNO	UTM 403392.336E ; 8274123.572N ; 19L	18/7/2024	8:00
Condiciones de recepción de la muestra						
Cooler refrigerado						
Observación						
-						

Firmado por: JUAN PABLO QUINTANA ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES N. Soc. Ingeniero Químico QP 114428, Entor de certificado: LUNAMA.PE, 31/07/2024 11:42:30

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, "<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

(c) : Datos proporcionados por el cliente. El laboratorio no se responsabiliza técnica ni legalmente por esta información.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com> Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)



Validar el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Clave generada : 752B2F8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-24-00228

Fecha de emisión: 31/7/2024

Página 3 de 5

MÉTODOS DE ENSAYO UTILIZADOS

Código	Título	Rango de método analítico
796	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Arsénico Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - As	↳ 0.005 - 25] mg/L
800	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Mercurio Total (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Hg	↳ 0.0009 - 10] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Ag	↳ 0.0024 - 10] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Al	↳ 0.029 - 250] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - B	↳ 0.0053 - 200] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Ba	↳ 0.00066 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Be	↳ 0.000079 - 25] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Ca	↳ 0.016 - 250] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Cd	↳ 0.00011 - 50] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Co	↳ 0.00009 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Cr	↳ 0.00039 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Cu	↳ 0.002 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Fe	↳ 0.016 - 200] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - K	↳ 0.036 - 250] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Li	↳ 0.00021 - 10] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Mg	↳ 0.0051 - 250] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Mn	↳ 0.0003 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Mo	↳ 0.00038 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Na	↳ 0.053 - 250] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Ni	↳ 0.00051 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - P	↳ 0.0054 - 50] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Pb	↳ 0.005 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Sb	↳ 0.00049 - 200] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Se	↳ 0.002 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - SiO ₂	[0.0005 - 2.5] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Sn	↳ 0.00085 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Sr	↳ 0.0013 - 25] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Ti	↳ 0.00068 - 50] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Tl	↳ 0.0013 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - V	↳ 0.00014 - 100] mg/L
802	EPA 200.7 Determinación de metales y elementos traza en agua y aguas residuales por ICP-OES, Revisión 4.4. Metales Totales (MÉTODO DE ENSAYO ACREDITADO) - Zn	↳ 0.0031 - 50] mg/L

° : Límite detección ° : Límite de cuantificación

----- Fin del informe -----

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(") Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

"<Valor numérico">=Límite de detección del método, ">Valor Numérico">=Límite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.

Validar el Informe
vía la web



Firmado por: JAVIER SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES S.A.S. Ingeniero Químico CIP 114426, Emisor de certificado: LILIANA PEREIRA, 31/7/2024 11:42:50



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Laboratorios Analíticos del Sur

Registro N° LC - 050

Clave generada : 752B2F8

INFORME DE ENSAYO LAS01-AG-AC-24-00228

Fecha de emisión: 31/7/2024

Página 2 de 5

RESULTADOS DE ENSAYO FISICO QUÍMICO

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802													
		As	Hg	Ag	Al	B	Ba	Be	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	K
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG24000432	PUNTO DE MUESTREO C-1	0,027	h<0,0009	h<0,005	0,503	1,22	0,087	h<0,006	69,8	h<0,002	h<0,005	h<0,004	0,015	0,700	16,1

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802														
		Li	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	Sb	Se	SiO ₂	Sn	Sr	Ti	Tl
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
AG24000432	PUNTO DE MUESTREO C-1	0,283	31,4	0,366	h<0,005	>50,0	h<0,005	0,350	0,017	h<0,01	h<0,02	1,74	h<0,008	1,32	h<0,02	h<0,01

Código Interno L.A.S.	Nombre de Muestra	802	
		V	Zn
		mg/L	mg/L
AG24000432	PUNTO DE MUESTREO C-1	0,019	h<0,05

Firmado por: JUÁREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES S.A.S. Ingeniero Químico GP 114428. Emitido y certificado: LLAAMA, PE. 31/7/2024. 11:42:50


Laboratorios Analíticos del Sur EIRL
Omar A. Juárez Soto
Gerente de Operaciones
M. Sc. Ingeniero Químico GP 114426

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

(") Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

"*<Valor numérico">=Limite de detección del método, "h<Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada.

Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Los resultados se aplican a la muestra como se recibió

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú. (054)443294 - (054)444582.



Válidese el informe
vía web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Página 4 de 5

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-24-00228
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 31/7/2024

Norma : Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. 004-2017-MINAM CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático E2: RIOS COSTA Y SIERRA.

Cod.Interno :AG24000432		Nom.Muestra :PUNTO DE MUESTREO C1					
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre k=2; 95% confiable	Especificación	Evaluación de la conformidad		
INORGANICO							
796	Arsénico	mg/L	0,02700	0,00054	≤0,15	100.00%	ACEPTADO
800	Mercurio	mg/L	^b <0,0009	N.A.	≤0,0001	N.A.	ACEPTADO
802	Antimonio	mg/L	^b <0,01	N.A.	≤0,64	N.A.	ACEPTADO
802	Niquel	mg/L	^b <0,005	N.A.	≤0,052	N.A.	ACEPTADO
802	Talio	mg/L	^b <0,01	N.A.	≤0,0008	N.A.	ACEPTADO
802	Bario	mg/L	0,0870	0,0023	≤0,7	100.00%	ACEPTADO
802	Cobre	mg/L	0,01500	0,00043	≤0,1	100.00%	ACEPTADO
802	Selenio	mg/L	^b <0,02	N.A.	≤0,005	N.A.	ACEPTADO
802	Plomo	mg/L	0,01700	0,00071	≤0,0025	0.00%	RECHAZADO
802	Zinc	mg/L	^b <0,05	N.A.	≤0,12	N.A.	ACEPTADO
802	Cadmio	mg/L	^b <0,002	N.A.	≤0,00025	N.A.	ACEPTADO

N.A. : No Aplica

Firmado por: LLAREZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico QP 14426, Entero de certificado: LLAMA.PE. 31/7/2024 11:42:50

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

"<Valor numérico">=Limite de detección del método, ">Valor Numérico">=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
vía Web



Laboratorios Analíticos del Sur

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR LA DIRECCIÓN DE ACREDITACIÓN
DEL INACAL CON REGISTRO N° LE-050**



Registro N° LC - 050

Página 5 de 5

**Declaración de evaluación de la conformidad LAS01-AG-AC-24-00228
según JCGM 106:2012**

Fecha de emisión: 31/7/2024

Norma : Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua D.S. 004-2017-MINAM CATEGORIA 4 Conservación del ambiente acuático E2 RIOS: SELVA.

Cod.Interno :AG24000432		Nom.Muestra :PUNTO DE MUESTREO C1					
Método	Unidad Medida	Resultado	Incertidumbre k=2; 95% confiable	Especificación	Evaluación de la conformidad		
INORGANICO							
796	Arsénico	mg/L	0,02700	0,00054	≤0,15	100.00%	ACEPTADO
800	Mercurio	mg/L	^a <0,0009	N.A.	≤0,0001	N.A.	ACEPTADO
802	Selenio	mg/L	^b <0,02	N.A.	≤0,005	N.A.	ACEPTADO
802	Plomo	mg/L	0,01700	0,00071	≤0,0025	0,00%	RECHAZADO
802	Zinc	mg/L	^b <0,05	N.A.	≤0,12	N.A.	ACEPTADO
802	Níquel	mg/L	^b <0,005	N.A.	≤0,052	N.A.	ACEPTADO
802	Talio	mg/L	^b <0,01	N.A.	≤0,0008	N.A.	ACEPTADO
802	Antimonio	mg/L	^b <0,01	N.A.	≤0,64	N.A.	ACEPTADO
802	Bario	mg/L	0,0870	0,0023	≤1	100.00%	ACEPTADO
802	Cobre	mg/L	0,01500	0,00043	≤0,1	100.00%	ACEPTADO

N.A. : No Aplica

"Este informe de ensayo, al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento multilateral/mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

Firmado por: JUANEZ SOTO OMAR ALFREDO, GERENTE DE OPERACIONES M.Sc. Ingeniero Químico QIP 114426, Emisor de certificado: LLAMA PE, 31/7/2024 11:42:30

(* Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA

^a<Valor numérico>=Limite de detección del método, ^b<Valor Numérico>=Limite de cuantificación del método

Los resultados de los ensayos 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. Los resultados presentados sólo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin autorización escrita de LAS. Cualquier enmienda o corrección en el contenido del presente documento lo anula.

Web: <https://www.laboratoriosanaliticosdelsur.com>. Parque Ind. Río Seco C-1 C. Colorado-Arequipa-Perú.(054)443294 - (054)444582.



Validar el informe
Vía web

Anexo 04: ECA : Categoría 4 : Conservación del ambiente acuático- Normativa nacional
Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (p)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,006	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Ploomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081

ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Órganofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Órganoclorados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,000019	0,000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Éndrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Anexo 05: Real Decreto 817/2015, normativa internacional

Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

ANEXO V

Normas de calidad ambiental para sustancias preferentes

Apartado A. Normas de Calidad Ambiental (NCA)

MA: Media anual.

Unidad: µg/L.

N.º	N.º CAS [®]	Nombre de la sustancia	NCA-MA [®]		
			Aguas superficiales continentales [®]	Otras aguas superficiales	
(1)	100-41-4	Etilbenceno.	30	30	
(2)	108-88-3	Tolueno.	50	50	
(3)	71-55-6	1, 1, 1 – Tricloroetano.	100	100	
(4)	1330-20-7	Xileno (Σ isómeros orto, meta y para).	30	30	
(5)	5915-41-3	Terbutilazina.	1	1	
(6)	7440-38-2	Arsénico.	50	25	
(7)	7440-50-8	Cobre [®] .	Dureza del agua (mg/L CaCO ₃) CaCO ₃ ≤ 10 10 < CaCO ₃ ≤ 50 50 < CaCO ₃ ≤ 100 CaCO ₃ > 100	NCA-MA 5 22 40 120	25
(8)	18540-29-9	Cromo VI.	5	5	
(9)	7440-47-3	Cromo.	50	no aplicable	
(10)	7782-49-2	Selenio.	1	10	
(11)	7440-66-6	Zinc [®] .	Dureza del agua (mg/L CaCO ₃) CaCO ₃ ≤ 10 10 < CaCO ₃ ≤ 50 50 < CaCO ₃ ≤ 100 CaCO ₃ > 100	NCA-MA 30 200 300 500	60
(12)	74-90-8	Cianuros totales.	40	no aplicable	
(13)	16984-48-8	Fluoruros.	1700	no aplicable	
(14)	108-90-7	Clorobenceno.	20	no aplicable	
(15)	25321-22-6	Diclorobenceno (Σ isómeros orto, meta y para).	20	no aplicable	
(16)	51218-45-2	Metilcloro.	1	no aplicable	

Anexo 06: Panel fotográfico



Figura 12: Toma de muestra de



Figura 13: Registro de recolección de datos



Figura 14: Recolección de muestra

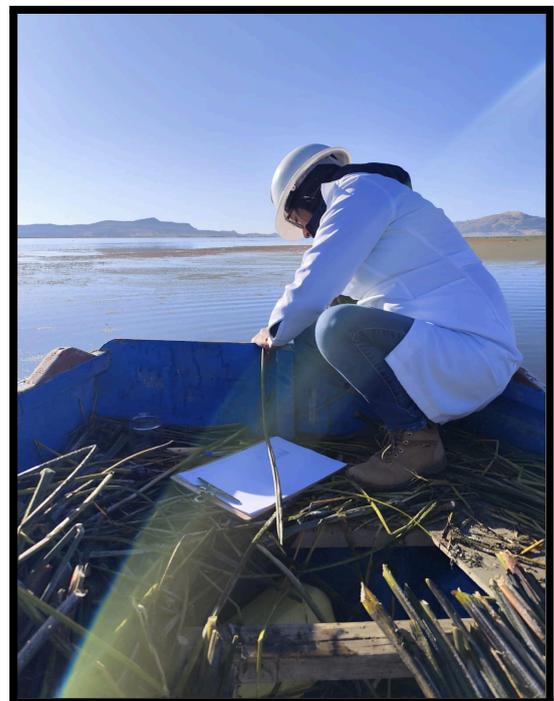


Figura 15: Vista del lugar de toma de muestra