

Resumen

La cuenca del Río Coata, es la única fuente que suministra agua para consumo humano en la ciudad de Juliaca y su contaminación acelerada ocasiona que se altere su calidad y sea un riesgo para la salud de los consumidores. El objetivo de la presente investigación fue el de evaluar la calidad físicoquímica y microbiológica de las aguas del Río Coata mediante los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua categoría (A1). Aguas que pueden ser notabilizadas con desinfección en el Distrito de Juliaca. Se determinaron seis puntos estratégicos de monitoreo (Rcoat1, Rcoat2, Rcoat3, Rcoat4, Rcoat5 y Rcoat6), los cuales se situaron siguiendo el Protocolo Nacional para el Monitoreo de los Recursos Hídricos Superficiales ya establecido por la Normativa Peruana. Los parámetros físicoquímicos evaluados fueron: pH, turbidez, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, Cloruros, Sólidos Totales, DBO5, DQO, Arsénico y para la determinación de parámetros microbiológicos: Coliformes Termotolerantes (Fecales), *Escherichia coli* se realizó en un laboratorio acreditado mediante la Técnica de fermentación en tubos múltiples. En base a los resultados obtenidos se determinó que 6 de los parámetros en su mayoría microbiológicos estudiados en el río Coata no cumplen con los valores establecidos por el ECA teniendo niveles altos para *Escherichia coli* (≤ 1.8 NPM/100 ML), Coliformes Termotolerantes (≤ 1.8 NPM/100 ML), Arsénico (0.75mg/L), DQO (391.5mg/L), DBO5 (308.91 mg/L) y Turbidez (79.9 UNT). Gran parte de los resultados altos se obtuvo del punto RCoat5, debido a que éste se encuentra cercano a un vertedero de aguas residuales. La contaminación de las aguas del Río Coata tiene gran importancia en la salud de las personas y la presencia *E. Coli* y Coliformes termotolerantes son indicadores de la alteración de la calidad ambiental del agua. Se concluye que estas aguas no son aptas para consumo humano.

Palabras clave: Evaluación, calidad de agua, ECA.

Summary

The Coata River basin is the only source that supplies water for human consumption in the city of Juliaca and its accelerated contamination causes its quality to be altered and is a risk to the health of consumers. The objective of the present investigation was to evaluate the physicochemical and microbiological quality of the waters of the Coata River through the National Environmental Quality Standards for water category (A1), Waters that can be made drinkable with disinfection in the District of Juliaca. Six strategic monitoring points were determined (Rcoat1, Rcoat2, Rcoat3, Rcoat4, Rcoat5 and Rcoat6), which were located following the National Protocol for the Monitoring of Superficial Water Resources already established by the Peruvian Regulations. The physicochemical parameters evaluated were: pH, turbidity, dissolved oxygen, electrical conductivity, Chlorides, Total Solids, BOD5, COD, Arsenic and for the determination of microbiological parameters: Thermotolerant Coliforms (Fecal), *Escherichia coli* was carried out in an accredited laboratory using the Fermentation technique in multiple tubes. Based on the results obtained, it was determined that 6 of the mostly microbiological parameters studied in the Coata River do not meet the values established by the ECA, having high levels for *Escherichia coli* (≤ 1.8 NPM/100 ML), Thermotolerant Coliforms (≤ 1.8 NPM/100 ML), Arsenic (0.75mg/L), COD (391.5mg/L), BOD5 (308.91 mg/L) and Turbidity (79.9 UNT). A large part of the high results were obtained from the RCoat5 point, due to because it is close to a sewage dump. The contamination of the waters of the Coata River is of great importance for people's health and the presence of *E. Coli* and thermotolerant coliforms are indicators of the alteration of the environmental quality of the water. It is concluded that these waters are not suitable for human consumption.

Keywords: Evaluation, water quality, ECA.

1. Introducción

El agua es esencial para la vida y necesaria para todos los seres vivos como las plantas, los animales y el ser humano, entre las actividades antrópicas es utilizado también para generar electricidad, para la elaboración de productos industriales y la sostenibilidad de los ecosistemas en la tierra (AGUILAR, 2018) asimismo el agua dulce constituye un recurso limitado, muy vulnerable y escaso, por lo que se debería conservarlos mediante un manejo y tratamientos idóneos para el consumo de la población. En tal instancia la OMS, señala que el término calidad del agua es relativo, referido a la composición del agua en la medida en que esta es afectada por la concentración de sustancias producidas por procesos naturales y actividades humanas.

Cabe resaltar (COAQUIRA, 2018), la calidad del servicio de agua y saneamiento es deficiente, principalmente al interior del país; 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable, y en regiones como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Cajamarca y Pasco, solo tiene acceso entre 51% y 60% de hogares; en nuestra población rural únicamente 2% cuenta con servicio; además, 6 millones de peruanos no cuentan con saneamiento, en la ciudad de Lima, más de 1 millón no tiene agua potable. Según la Autoridad Nacional del Agua (ANA), la capital sufre escasez severa de agua por su expansión demográfica, cambio climático y su ineficiente uso (30% del agua producida no es facturada por uso clandestino y fugas en redes de distribución).

Para realizar una evaluación de la calidad del agua es necesario conocer las características del agua como los parámetros físicos, químicos y biológicos, ya que La Ley General del Ambiente establecida por el Ministerio del Ambiente (MINAM) define Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como “la medida que establece el nivel de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no presenta riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”.

Este trabajo tiene la finalidad de determinar la calidad fisicoquímico y microbiológicos del agua del río Coata (CCALLA, 2018), en la actualidad el río se encuentra contaminado por aguas residuales y residuos sólidos provenientes de la ciudad de Juliaca, conociendo la problemática se realizó el estudio en seis lugares estratégicos en dicho río, Por tanto, es evidente que, en el transcurso de estos últimos años, la contaminación va en aumento generando problemas ambientales en el agua.

2. Materiales y Métodos

2.1. Área de Estudio

El área de estudio se efectuó en la cuenca del Río Coata que pasa por el distrito de Juliaca, Provincia de San Román, departamento de Puno. Situada en la zona Sur 19L a una altitud de 3824 m.s.n.m, una Latitud Sur 15° 29' y de Longitud Oeste 70° 07', es una de las ciudades más extensas y pobladas de nuestra región. La población cercana al Río Coata, en su mayoría se dedica a la ganadería y agricultura.

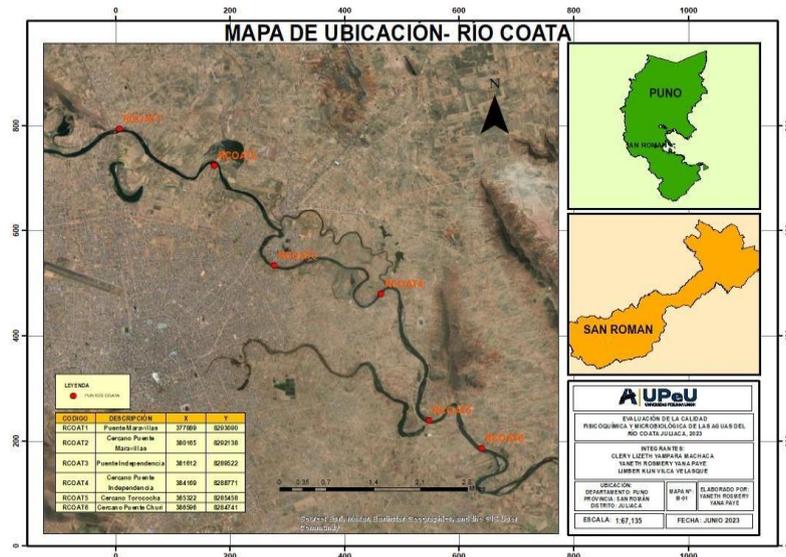


Imagen 1. Puntos de muestreo.

2.2. Materiales y métodos

Tabla 1. Materiales utilizados en el muestreo de agua.

Materiales	Indumentaria de protección personal	Equipos
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cooler grande. ▪ Frascos de vidrio y plástico. ▪ Balde de plástico. ▪ Tablero de plástico A-4 ▪ Fichas de registro de campo. ▪ Cadena de custodia. ▪ Rotulador. ▪ Libreta de campo. ▪ Cinta adhesiva. ▪ Plumón indelible. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Chaleco. ▪ Zapato de seguridad. ▪ Botas grandes de jebe. ▪ Casco. ▪ Guantes desechables. ▪ Barbijo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cámara fotográfica digital. ▪ GPS. <p>Unidad de transporte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Moto

2.3. Metodología:

2.3.1. Diseño y tipo de investigación

El diseño de la investigación fue transeccional descriptivo, Cuando la investigación se centra en analizar cuál es el nivel o estado de una o diversas variables en un momento dado o bien en cuál es la relación entre un conjunto de variables en un punto en el tiempo, se utiliza el diseño transeccional. Su propósito es describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado. Tienen como objetivo indagar la incidencia de las modalidades o niveles de una o más variables en una población. (Huairé, 2019)

2.3.2. Tipo de muestra

Las muestras de agua tomadas para parámetros fisicoquímicos y microbiológicos son de tipo muestra puntual, la toma de muestras puntuales representa la composición del cuerpo natural de agua superficial original para un lugar, tiempo y circunstancia en la que se fue recolectada la muestra. (Autoridad Nacional del Agua, 2011)

2.3.3. Puntos de muestreo

Se tomaron 06 muestras en el lugar de estudio durante épocas de estiaje (mayo), con 6 puntos de monitoreo, utilizando el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registró en coordenadas UTM y en el sistema WGS84. (Ministerio de Salud, 2013) utilizando la metodología del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales de la Autoridad Nacional del Agua. (ANA, 2016). En la cual indica que la toma de la muestra es antes, arriba del cuerpo de agua y después por debajo del cauce y que el investigador tiene la facultad de elegir cuantos puntos de monitoreo se va a realizar dentro de ello.

Los 6 puntos de muestreo son: Rcoat1 (Puente Maravillas), Rcoat2 (Cercano Puente Maravillas), Rcoat3 (Puente Independencia), Rcoat4 (cercano Puente Independencia), Rcoat5 (Cercano Torococha), Rcoat6 (Cercano Puente Churi).

Tabla 2. Ubicación de coordenadas UTM de los puntos de monitoreo.

N°	Código	Descripción	Coordenadas UTM	
			ESTE	NORTE
1	Rcoat1	Puente Maravillas	377889	8293090
2	Rcoat2	Cercano Puente Maravillas	380165	8292138
3	Rcoat3	Puente Independencia	381612	8289522
4	Rcoat4	Cercano Puente Independencia	384169	8288771
5	Rcoat5	Cercano Torococha	385322	8285458
6	Rcoat6	Cercano Puente Churi	386596	8284741

2.3.4. Análisis de Calidad de agua

El análisis se hizo en base a los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para agua (A1), Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección.

Categoría 1: Poblacional y recreacional:

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano.

- **A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección:** Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente. (Ministerio del Ambiente, 2017)

2.3.5. Medición de Parámetros fisicoquímicos

Los parámetros fisicoquímicos que se analizaron son: pH, turbidez, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, Cloruros, Sólidos Totales, DBO5, DQO y Arsénico. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio

de saneamiento ambiental UPeU. En los cuales se siguieron metodologías estandarizadas detalladas en las siguientes tablas.

2.3.6. Medición de parámetros microbiológicos

Los parámetros microbiológicos: Coliformes Termotolerantes (Fecales) y *Escherichia coli*, dichas muestras fueron enviadas a Laboratorios Analíticos del Sur E.I.R.Ltda. de la ciudad de Arequipa, que cuenta con la acreditación certificado por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL), con registro N° LE-050 donde los análisis se hizo por la Técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del Grupo Coliformes y Técnica de fermentación en tubos múltiples para miembros del grupo de coliformes. Procedimiento de *Escherichia coli* utilizando sustrato fluorogénico, respectivamente.

Tabla 3. Metodologías que se usaron para los parámetros fisicoquímicos.

Parámetros fisicoquímicos		
Parametro	Unidad	Metodologia
pH	-	Metodo potenciometro
Oxigeno Disuelto	mg/L	Metodo multiparametro
Conductividad Electrica	(μ S/cm)	Metodo multiparametro
Turbidez	UNT	Metodo turbidimetrico
Cloruros	mg/L	Metodo colorimetrico
Solidos Totales	mg/L	Metodo gravimetrico
Arsenico	mg/L	Metodo dietilditiocarbamato de plata
DBO5	mg/L	Metodo electrometrico.
DQO	mg/L	Método espectrofotométrico a reflujo cerrado.

Tabla 4. Metodologías usadas para el análisis de parámetros microbiológicos.

Parámetros Microbiológicos		
Parametro	Unidad	Metodologia
Coliformes Termotolerantes (Fecales)	NMP/100 mL	NMP-Técnica de fermentación en tubos múltiples.
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	NMP-Técnica de fermentación en tubos múltiples.

3. Resultados y Discusión

Los resultados del monitoreo en los seis puntos establecidos se analizaron según los Estándares de Calidad Ambiental para aguas de Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable - A1, Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección) y se mostraran a nivel de tablas y gráficos.

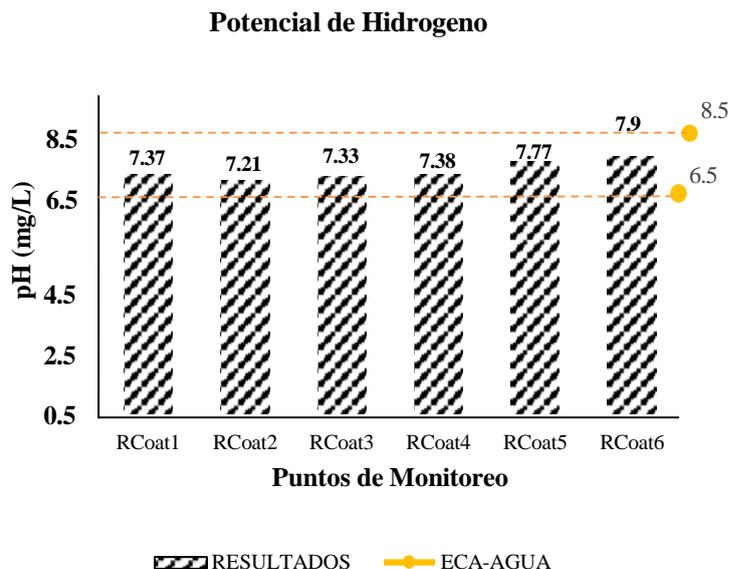
3.1. Resultados generales: Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 5. Resultados generales de los parámetros analizados.

RESULTADOS GENERALES								
Nº	PARAMETROS	Rcoat1	Rcoat2	Rcoat3	Rcoat4	Rcoat5	Rcoat6	ECA-AGUA
1	pH	7.37	7.21	7.33	7.38	7.77	7.9	6.5-8.5
2	Turbidez (UNT)	2.99	3.18	3.03	3.76	79.9	18.16	5
3	Sólidos Totales (mg/L)	0.8182	0.8420	0.8239	0.8402	0.8315	0.8193	1000
4	Oxígeno Disuelto (mg/L)	6.96	6.03	6.89	6.57	0.2	6.19	≥ 6
5	Conductividad Eléctrica (µS/cm)	887	920	936	985	2169	1088	1500
6	Cloruros (mg/L)	0		0			0.02	250
7	DBO5 (mg/L)	296.66						3
8	DQO (mg/L)	59	289.31	308.91	261.97	27.15	59.91	10
9	Arsénico (mg/L)	-	-	-	-	-	0.75	0.01
10	<i>Escherichia coli</i> (NPM/100 MI)	-	-	-	-	-	≤1.8	20
11	Coliformes Termotolerantes (Fecales) (NPM/100 MI)	-	-	-	-	-	≤1.8	0

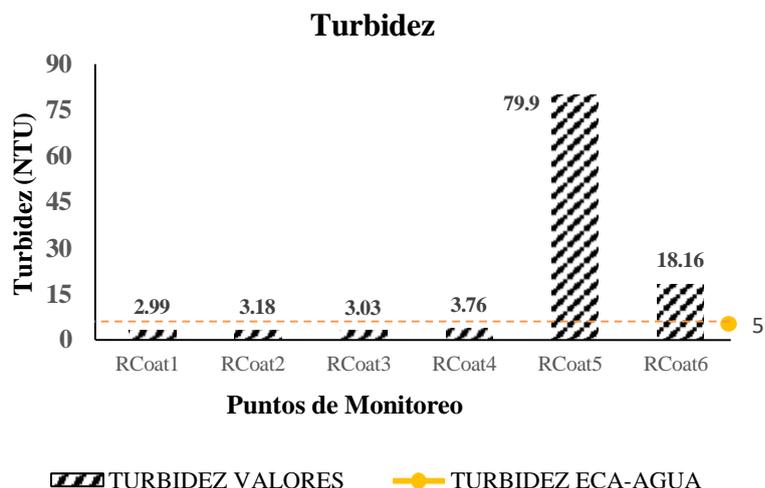
3.2. Resultados de las concentraciones de parámetros fisicoquímicos:

- **Potencial de Hidrógeno (pH)**



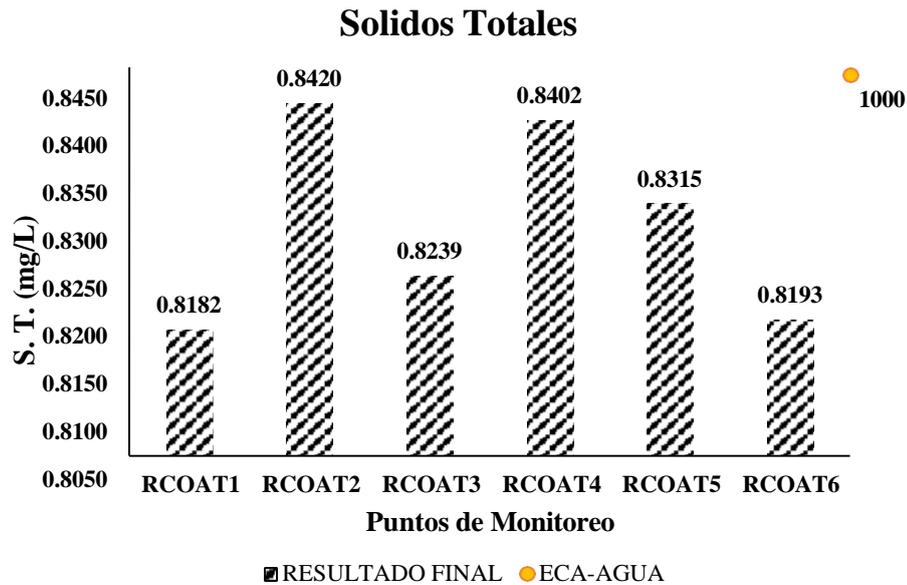
Los resultados de los análisis de las concentraciones del potencial de hidrógeno de los 6 puntos reportan que se encuentra dentro del rango (6.5 – 8.5) establecido por el ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable). Los resultados de pH de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

- **Turbidez**



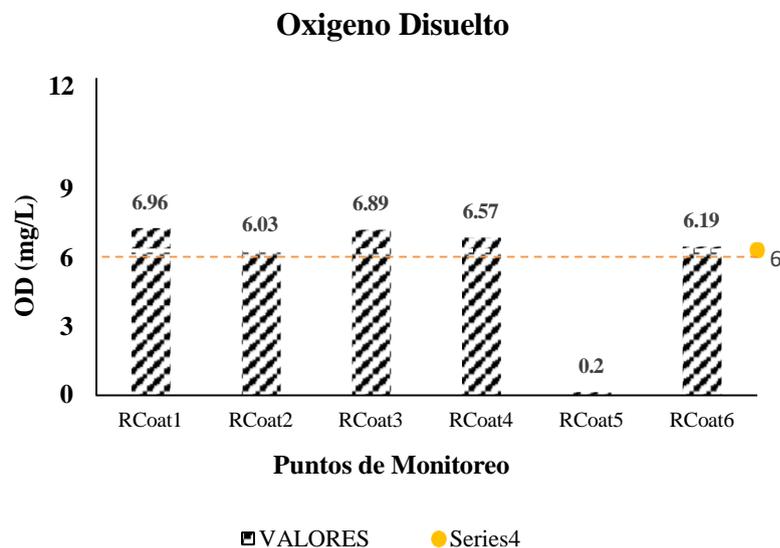
El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para turbidez es de 5 UNT. Por tanto, los resultados de los análisis de Turbidez de los puntos (**RCoat1, RCoat2, RCoat3 y RCoat4**) reportan que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa, a diferencia del punto (**RCoat5 y RCoat6**) que tienen una concentración muy alta, sobre todo en el punto 5 el cual sobrepasa excesivamente el ECA. Los resultados de Turbidez de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

▪ **Solidos Totales**



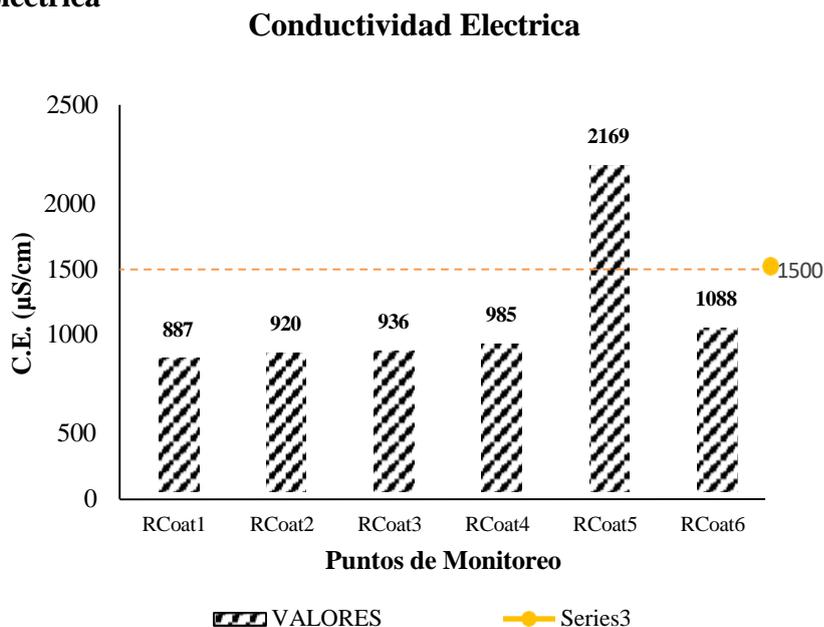
El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declaran que el rango de concentración para Solidos Totales es de 1000 mg/L. Por tanto, los resultados de los análisis de Solidos Totales de los 6 puntos (**RCoat1, RCoat2, RCoat3, RCoat4, RCoat5 y RCoat6**) reportan que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa, e incluso muestran niveles muy bajos. Los resultados de Solidos Totales de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

▪ **Oxigeno Disuelto**



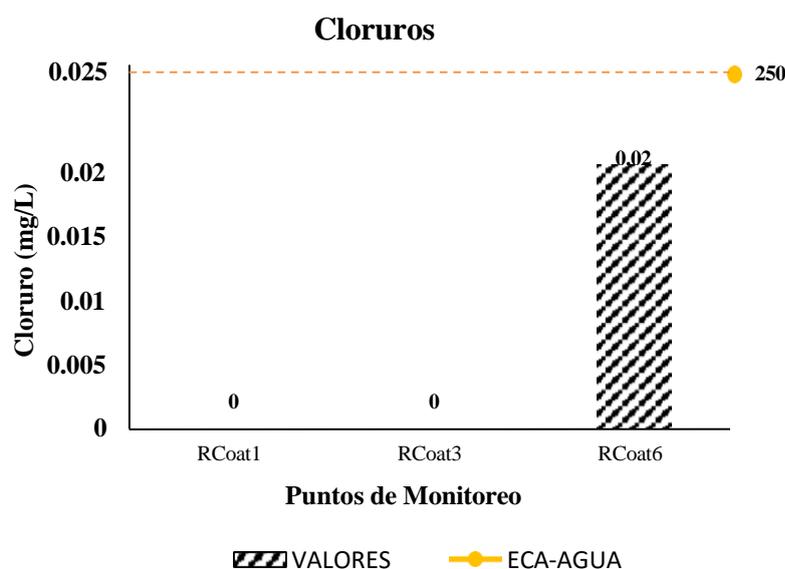
El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declaran que el valor mínimo de concentración en mg/L es ≥ 6 . Por tanto, Los resultados de los análisis de Oxígeno Disuelto de los puntos (**RCoat1, RCoat2, RCoat3, RCoat4 y RCoat6**) reportan que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa, a diferencia del punto (RCoat5) que tiene una concentración muy baja. Los resultados de Oxígeno Disuelto de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

▪ **Conductividad Eléctrica**



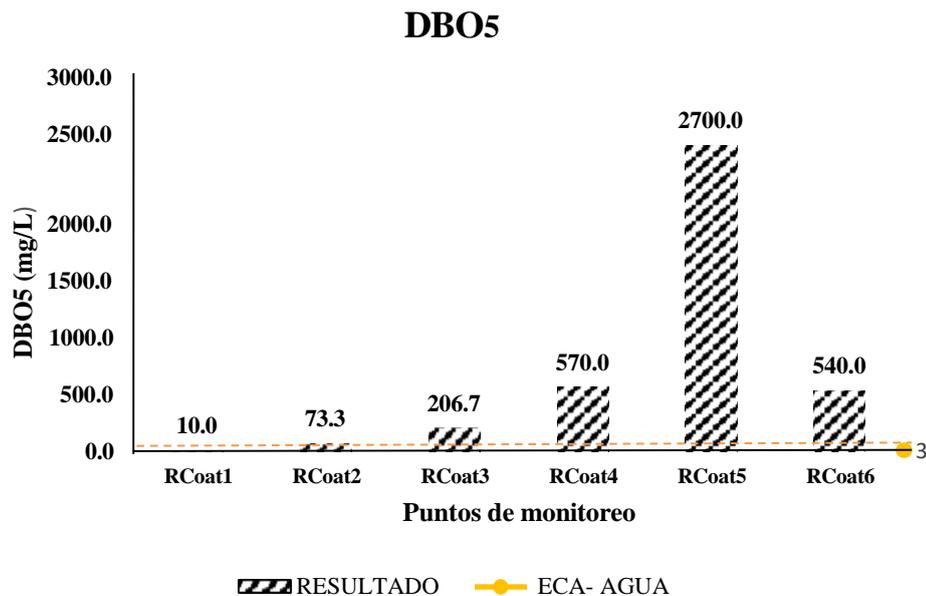
El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declaran que el rango de concentración en ($\mu\text{S}/\text{cm}$) es 1500. Por tanto, los resultados de los análisis de Conductividad eléctrica de los puntos (**RCoat1**, **RCoat2**, **RCoat3**, **RCoat4** y **RCoat6**) reportan que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa, a diferencia del punto (**RCoat5**) que tiene una concentración muy alta, el cual sobrepasa el ECA. Los resultados de Conductividad Eléctrica de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

▪ **Cloruros**



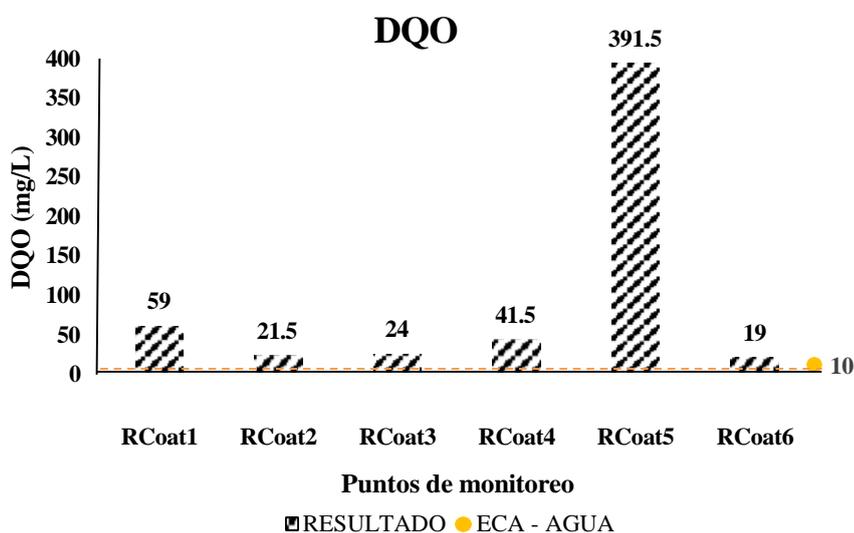
El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para Cloruros en mg/L es 250. Es importante mencionar que el análisis solo se realizó en los puntos (**RCoat1**, **RCoat3** y **RCoat6**). Por tanto, los resultados de los análisis de Cloruros de los 3 puntos (**RCoat1**, **RCoat3** y **RCoat6**) reportan que se encuentran dentro de lo establecido por la normativa, Los resultados de Cloruros de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

- **DBO5**



El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para DBO5 en mg/L es 3. Por tanto, los resultados de los análisis de DBO5 de los 6 puntos (**RCoat1, RCoat2, RCoat3, RCoat4, RCoat5 y RCoat6**) reportan que sobrepasan por mucho los niveles establecido por la normativa, Siendo el valor más alto el punto 5 con 2700 mg/L y el menor en el punto 1 con 10 mg/L. Los resultados de DBO5 de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

- **DQO**



El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para DQO en mg/L es 10. Por tanto, los resultados de los análisis de DQO de los 6 puntos (**RCoat1, RCoat2, RCoat3, RCoat4, RCoat5 y RCoat6**) reportan que sobrepasan por mucho los niveles establecido por la normativa, Siendo el valor más alto el punto 5 con 391.5 mg/L y el menor el punto 6 con 19 mg/L. Los resultados de DBO5 de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en el gráfico.

- **Arsenico**

ARSENICO			
Puntos de muestreo	Unidad	RESULTADOS	ECA-AGUA
RCoat6	mg/L	0.75	0.01

El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para Arsénico en mg/L es 0.01. Es importante mencionar que el análisis solo se realizó en el punto (RCoat6). Por tanto, el resultado del análisis de Arsénico del punto (**RCoat6**) reportan que sobrepasa lo establecido por la normativa, El resultado de Arsénico del punto 6 de monitoreo de agua analizadas visualizan en la tabla.

3.3. Resultados de las concentraciones de parámetros microbiológicos:

- *Escherichia coli*

Escherichia coli				
Puntos de muestreo	Unidad	Resultado	Especificación	ECA - AGUA
RCoat6	NPM/100 mL	79*10 ²	≤1.8	RECHAZADO

El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para *Escherichia coli* en NMP/100 ml es 0. Es importante mencionar que el análisis solo se realizó en el punto (RCoat6), que tuvo un resultado de 79*10². Por tanto, los resultados de los análisis de *Escherichia coli* del punto (**RCoat6**) reportan que sobrepasan por mucho los niveles establecido por la normativa, Los resultados de *Escherichia coli* de los puntos de monitoreo de agua analizadas se visualizan en la tabla.

- **Coliformes Termotolerantes (Fecales)**

Coliformes Termotolerantes (Fecales)				
Puntos de muestreo	Unidad	Resultado	Especificación	ECA - AGUA
RCoat6	NPM/100 mL	79*10 ²	≤1.8	RECHAZADO

El ECA Categoría 1: Poblacional y recreacionales (Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable) declara que el rango de concentración para *Coliformes Termotolerantes* en NMP/100 ml es 20. Es importante mencionar que el análisis solo se realizó en el punto (RCoat6), que tuvo un resultado de 79*10². Por tanto, los resultados de los análisis de *Coliformes Termotolerantes* del punto (**RCoat6**) reportan que sobrepasan por mucho los niveles establecido por la normativa, Los resultados de *Coliformes Termotolerantes* del punto de monitoreo de agua analizadas se visualizan en la tabla.

3.4. Discusiones

Para la determinación de los parámetros se usó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA Agua) siendo la categoría comparada Poblacional y Recreacional; pues los puntos que se muestreo brindan el servicio de agua a la ciudadanía.

PARAMETROS FISICOS:

▪ POTENCIAL DE HIDRÓGENO

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede deducir que tanto del punto de muestreo RCoat1 al punto RCoat6 el agua es de característica Neutra (pH=7); el cual indica que sí está y es apta para el consumo humano.

Pero si se compara con la normatividad se puede decir que si cumple con los ECA - Agua al estar dentro de los límites máximos permisibles (6.5-8.5)

▪ TURBIDEZ

De acuerdo a los resultados se evidencia que el punto de monitoreo RCoat5 sobrepasa los Estándares de Calidad Ambiental con 79,9 NTU; este podría deberse a la actividad agronómica que se presencié a la hora de tomar la muestra; pues se vio personas cultivando sus hortalizas, tubérculos, entre otras y a otras personas pastoreando a sus animales como ovinos cerca de las riberas del río.

El punto RCoat6 también presentó un nivel alto, por debajo del punto RCoat5. Con 18.16 NTU. Donde se deducirá que el nivel de NTU baja de acuerdo al resultado del RCoat5 porque existe una unión de Ríos y la muestra se tomó ríos abajo de la unión, según la normativa del ECA - Agua, aproximadamente a unos 200 metros.

▪ CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

Se evidencia que el RCoat5 presenta o exceda en conducir la electricidad; teniendo un valor de 2169 us/cm. Donde el nivel según ECA-Agua permisible es de 1 500 us/cm. Este valor elevado nos da la alerta que el agua está elevada en concentración de sales minerales. El cual sería dañino para la salud si se consumiera.

PARÁMETROS QUÍMICOS

▪ OXÍGENO DISUELTO

El punto RCoat5 presenta menos Oxígeno; esto podría darse a la coloración del agua, pues cuando se muestreo dicho punto se evidencio un color verdoso y con espuma el cual daría a entender que hay excesiva concentración de micro algas el cual dificultaría la correcta oxigenación del agua.

Entre los puntos RCoat1 - RCoat2 - RCoat3 - RCoat4 y RCoat6; sobrepasan la concentración mínima de ≥ 6 mg/l. Estos resultados a diferencia del RCoat5 nos da a entender que si existe oxigenación (no hubo presencia de micro algas al momento del monitoreo); claro excediendo las concentraciones según el ECA - Agua.

• DBO5

En los puntos de muestreo RCoat1 - RCoat2 - RCoat3 - RCoat4 - RCoat5 y RCoat6. Se evidencia que el punto con mayor concentración de Demanda Biológica de Oxígeno es el RCoat5 con 2 700.00 mg/L y el de mínima, pero máxima concentración es el punto RCoat1 con 10.0 mg/l; Que según normativa debería ser no mayor de 3 mg/l. Analizando las concentraciones, podríamos deducir que esto podría darse o deberse a que en la zona hay una demanda alta en oxígeno, ocasionando asfixia en la vida acuática.

• DQO

En los puntos de muestreo RCoat1 - RCoat2 - RCoat3 - RCoat4 - RCoat5 y RCoat6. Se evidencia que el punto con mayor concentración de Demanda Química de Oxígeno es el RCoat5 con 391,5 mg/L y el de

mínima, pero máxima concentración es el punto RCoat6 con 19 mg/l. Debiéndose dichos resultados a la demanda alta en oxígeno.

PARÁMETROS BIOLÓGICOS

▪ COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Para los coliformes termotolerantes se muestreo solo el punto RCoat6; esto porque en lugar se encontraba viviendas cerca de la ribera del río. Donde se evidencio; población, animales (ovinos) y agricultura (tubérculos y hortalizas) y pozos tubulares donde la gente propia del lugar hace consumo.

El RCoat6 se muestreo aguas abajo, aproximadamente a 200 metros de una unión de ríos.

El punto RCoat6 lanzó el valor de 79 NMP/100 ml; siendo un valor excesivamente alto, pues según la normativa ECA - Agua el valor debería de ser 0 NMP/ml. Este valor exuberante podría deberse a la actividad humana del lugar; como también la desembocadura de aguas residuales hacia el río donde se tomó la muestra.

• *ESCHERICHIA COLI*

Para los *Escherichia Coli* se muestreo solo el punto RCoat6; esto porque en dicho lugar se encontraba viviendas cerca de la ribera del río. Donde se evidencio; población, animales (ovinos) y agricultura (tubérculos y hortalizas) y pozos tubulares donde la gente propia del lugar hace consumo.

El RCoat6 se muestreo aguas abajo, aproximadamente a 200 metros de una unión de ríos.

El punto RCoat6 lanzó el valor de 79 NMP/100 ml; siendo un valor excesivamente alto, pues según la normativa ECA - Agua el valor debería de ser 0 NMP/ml. Este valor exuberante podría deberse a la actividad humana del lugar; como también la desembocadura de aguas residuales hacia el río donde se tomó la muestra.

4. Conclusiones

El poblado de Coata se encuentra a la Salida de la Ciudad de Juliaca, donde la población carece de agua potable, esto por la falta de gestión de las municipalidades y/o por la ubicación de la zona. Se evidencio que solo una pequeña parte de la población recibe el beneficio del estado de contar con agua tratada repartida por carros o tanques, empero, las personas que viven alejadas a la pista y se encuentran cerca de la ribera del río prefieren beber de ella y consumirla, pues no les queda de otra.

Es por ello que se analizó el agua de estos ríos, con la finalidad de saber cuán alta o baja hay en la concentración de parámetros físicos, químicos, biológicos. Para saber qué tipo de calidad de agua está consumiendo la población de Coata. Para dicho estudio se utilizó la Normativa ECA - Agua para consumo humano.

Con los parámetros ya analizados se vio que hay niveles excedidos de concentración como lo son: Turbiedad, Conductividad Eléctrica, DBO5, DQO, Coliformes termotolerantes, *Escherichia Coli*. Los cuales hacen deducir que el agua no sería apta para el consumo humano; pues al ver un exceso de concentración se vería afectada la población y no solo ella sino también sus animales; recordemos que las personas de dicho lugar cuentan con su ganadería. Y al ver el resultado; sería dañino para la salud hasta el punto de llegar a la mortalidad.

Se vio también concentraciones bajas y/o cerca a la concentración máxima permisible del ECA - Agua para consumo humano; como lo son el: pH, oxígeno disuelto.

5. Agradecimientos

A Dios, a la Universidad Peruana Unión - La Facultad de Ingeniería y Arquitectura, por incentivarnos y darnos la oportunidad de formarnos en con una cultura innovadora en el área de investigación, que aportan en gran manera en nuestra formación personal y profesional. De manera especial al Ing. Daniel Magno Mamani Quispe, por su apoyo como guía, el cual hizo posible el desarrollo de este artículo.

6. Referencias

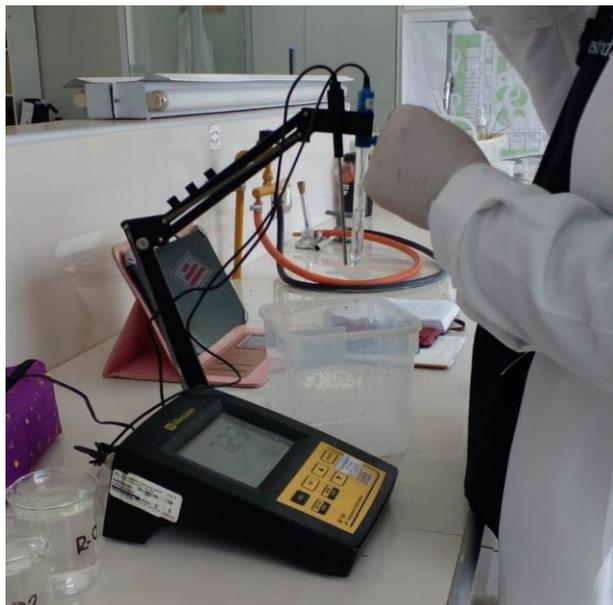
- ANA. (2016). Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. In Ministerio de Agricultura y Riego (p. 92). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/209>
- Autoridad Nacional del Agua. (2011). Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en Cuerpos Naturales de Agua Superficial (p. 42).
- Huare, J. (2019). Método de investigación Edson J. Huare. Métodos de Investigación.
- Ministerio de Salud. (2013). Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Ministerio del Ambiente. (2017). DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM: Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6–9. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- de Ingeniería Ambiental, E. P. (s/f). UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN. Edu.pe. Recuperado el 11 de junio de 2023, de https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1771/Ver%C3%B3nica_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=1
- De Investigación, V., Wilfredo, B., & Menendez Coaquira, M. (s/f). UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIATEGUI. Edu.pe. Recuperado el 11 de junio de 2023, de http://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/546/Wilfredo_tesis_grado-academico_2018.pdf?sequence=1
- Quispe Yana, R. F., Belizario Quispe, G., Chui Betancur, H. N., Huaquisto Cáceres, S., Calatayud Mendoza, A. P., & Yábar Miranda, P. S. (2019). CONCENTRACIÓN DE METALES PESADOS: CROMO, CADMIÓ Y PLOMO EN LOS SÉDIMENTOS SUPERFICIALES EN EL RÍO COATA, PERÚ. *Revista boliviana de química*, 2(36.2), 83–90. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.2.3>
- Vilca, L., Allidren, R., Argota Pérez, G., Ramos Ninaja, E., Milton, R., & Ccama, C. (s/f). REACTOR DE FLUJO CONTINUO PARA LA REMOCIÓN DEL PLOMO POR ELECTROCOAGULACIÓN EN LAS AGUAS DEL RÍO COATA, PUNO-PERÚ CONTINUOUS FLOW REACTOR FOR THE REMOVAL OF LEAD BY ELECTROCOAGULATION IN THE WATERS OF THE COATA RIVER, PUNO-PERU. Edu.pe. Recuperado el 15 de junio de 2023, de <https://www.usmp.edu.pe/campus/pdf/articulos/articulo23.pdf>
- Belizario Quispe, G., Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú., Capacoila Coila, J., Huaquisto Ramos, E., Cornejo Olarte, D. A., Chui Betancur, H. N., Escuela Profesional de Ingeniería Metalúrgica, Universidad Nacional del Altiplano de Puno, Perú., & Instituto de Investigación de Recursos Hídricos, Universidad Privada San Carlos, Puno, Perú. (2019). DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE FÓSFORO Y ARSENICO, Y DE OTROS METALES CONTAMINANTES DE LAS AGUAS SUPERFICIALES DEL RÍO COATA, AFLUENTE DEL LAGO TITICACA, PERÚ. *Revista boliviana de química*, 36(5), 223–228. <https://doi.org/10.34098/2078-3949.36.5.4>

Anexo 1: Rio Coata.



Anexo 2: Toma de muestras.

Anexo 2: Análisis de parámetros.



Anexo 3: Toma de muestras.



