

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESINA**

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA DEL RÍO ILLPA - HITO**

**PUENTE ILLPA - PUNO, 2021**

**PRESENTADO POR:**

**THAIS NUARA MESTAS MORA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2022**



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](#) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](#).

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS****FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESINA****EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA DEL RÍO ILLPA -****HITO PUENTE ILLPA - PUNO, 2021****PRESENTADO POR:****THAIS NUARA MESTAS MORA****PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:****BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



MG. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

PRIMER MIEMBRO



Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA

ASESOR DE TESINA



MG. ELVIRA ANANI DURAN GOYZUETA

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, hidrología y recursos del agua

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreos Ambientales, Ecosistemas Acuáticos.

Puno, 01 de Julio del 2022

**DEDICATORIA**

Esta tesina va dedicada a mis padres con mucho amor y afecto, por apoyarme y valorar mi esfuerzo como su hija y como profesional; también se la dedico a mi familia por ser el motivo que ha llenado de esfuerzo mi vida.

Thais Nuara Mestas Mora .

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Privada San Carlos y a la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por los años de enseñanza y esmero en la formación de profesionales con visión económica, social y ambiental.

Thais Nuara Mestas Mora .

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
ÍNDICE DE ANEXOS	10
RESUMEN	11
ABSTRACT	13
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>14</b>

## CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA  
INVESTIGACIÓN

<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>16</b>
1.1.1. Problema general	18
1.1.2. Problemas específicos	18
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>18</b>
<b>1.3. OBJETIVOS</b>	<b>23</b>

1.3.1. Objetivo general	23
1.3.2. Objetivos específicos	23

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>24</b>
2.1.1. El agua	24
2.1.2. Calidad del agua	25
2.1.3. Problemas de calidad del agua	26
2.1.4. Parámetros físicos	27
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>29</b>
2.2.1. Cuenca hidrográfica	29
2.2.2. Cuenca del Lago Titicaca	30
2.2.3. Fuentes de contaminación urbana	30
2.2.4. Calidad de agua	30
2.2.5. Contaminación del agua	31
2.2.6. Cuerpo receptor	31
2.2.7. Monitoreo de la calidad en cuerpos de agua	31
2.2.8. Muestreo	31
2.2.9. Calidad del agua	31

2.2.10. Parámetros de calidad del agua	32
<b>2.3. HIPÓTESIS</b>	<b>32</b>
2.3.1. Hipótesis general	32
2.3.2. Hipótesis específicas	32
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>33</b>
3.1.1. Ubicación geográfica de la zona	33
<b>3.2 TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>34</b>
<b>3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS</b>	<b>36</b>
3.3.1. Tipo de investigación	36
3.3.2. Diseño de investigación	37
3.3.3. Método	37
3.3.4. Procedimiento de la investigación	37
3.3.5. Materiales	38
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>39</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>40</b>
3.5.1. Procedimiento a seguir	40

## CAPÍTULO IV

## EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

<b>4.1. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ILLPA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS FÍSICOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO, ECA - categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM</b>	<b>42</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>61</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>63</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>64</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>67</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Ubicación de los puntos de muestreo	36
Tabla 2. Evaluación de parámetros físicos en el punto 1 in situ.	41
Tabla 3. Evaluación de parámetros físicos en el punto 2 in situ.	44
Tabla 4. Evaluación de parámetros físicos en el punto 1 en laboratorio	46
Tabla 5. Evaluación de parámetros físicos en el punto 2 en laboratorio	49
Tabla 6. Georreferenciación de los puntos de muestra.	52
Tabla 7. Resultados del parámetro de temperatura – in situ	54
Tabla 8. Resultados del parámetro de sólidos totales – in situ	54
Tabla 9. Resultados del parámetro de conductividad eléctrica – in situ	54
Tabla 10. Resultados de los parámetros físicos en laboratorio – Punto 1	56
Tabla 11. Resultados de los parámetros físicos en laboratorio – Punto 2	57
Tabla 12. Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – in situ para el punto 1	58
Tabla 13. Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – in situ para el punto 2	58
Tabla 14. Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – en laboratorio para el punto 1.	59
Tabla 15. Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – en laboratorio para el punto 2.	59

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Ubicación geográfica de la zona de estudio	34
Figura 2. Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio	36
Figura 3. Evaluación de la temperatura – punto 1 in situ	42
Figura 4. Evaluación de los sólidos totales – punto 1 in situ	43
Figura 5. Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 1 in situ	44
Figura 6. Evaluación de la temperatura – punto 2 in situ	45
Figura 7. Evaluación de los sólidos totales – punto 2 in situ	46
Figura 8. Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 2 in situ	46
Figura 9. Evaluación de la temperatura – punto 1 en laboratorio	47
Figura 10. Evaluación de los sólidos totales – punto 1 en laboratorio	48
Figura 11. Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 1 en laboratorio	49
Figura 12. Evaluación de la temperatura – punto 2 en laboratorio	50
Figura 13. Evaluación de los sólidos totales – punto 2 en laboratorio	51
Figura 14. Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 2 en laboratorio	51
Figura 15. Georreferenciación con el GPS	52
Figura 16. Toma de muestra in situ – punto 1 (aguas arriba)	53
Figura 17. Toma de muestra in situ – punto 2 (aguas abajo)	53

Figura 18. Toma de muestra para ser llevado al laboratorio de calidad ambiental de la UANCV – Juliaca.	56
Figura 19. Análisis en laboratorio	56
Figura 20. Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio	71
Figura 21. Georreferenciación de los puntos de muestreo	72
Figura 22. Inicio de cadena de custodia	72
Figura 23. Toma de muestra	73
Figura 24. Análisis en laboratorio	73

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
Anexo N°1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA DEL RÍO ILLPA – PUNO, 2021	68
Anexo N° 2 ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL, CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE ACUÁTICO CATEGORÍA 4 .	71
Anexo N°3 PANEL FOTOGRÁFICO DE LA TOMA DE MUESTRA DE LOS DOS PUNTOS	73

## RESUMEN

La investigación fue realizada en el río Illpa - hito puente Illpa. Tuvo como objetivos, evaluar la calidad del agua del río Illpa de acuerdo a los parámetros físicos para la conservación del ambiente acuático, ECA - categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM. Se identificó los puntos de muestreo y se georreferenció con el GPS, los parámetros físicos que se midieron fueron, la temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica, la toma de muestra fue directa in situ, se recolectó 30-60 ml de muestra en un envase previamente esterilizado con agua destilada después se procedió a sumergir el envase al cuerpo de agua, ya recolectada la muestra se trasvasó a otro recipiente y rápidamente se introdujo el electrodo por un promedio de 2-5 minutos hasta que se estabilizó y se procedió a anotar los resultados, así también se envió dichas muestras al laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV para su respectivo análisis. El resultado del parámetro de temperatura en el punto 1 fue de 13.0 °C y en el punto 2 fue de 13.5 °C en cuanto al monitoreo in situ, los resultados en laboratorio fueron de 13.7 °C y de 13.5 °C respectivamente. En cuanto al parámetro de sólidos totales en el punto 1 fue de 23 mg/L y de 22.5 mg/L en el punto 2 en el monitoreo in situ, y en el laboratorio los resultados fueron de 23.0 mg/L y 22.5 mg/L respectivamente, en cuanto al parámetro de conductividad eléctrica de los puntos 1 y 2 in situ fueron 1325  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y 1322  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , y en el laboratorio los resultados fueron de 1328  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y 1326  $\mu\text{s}/\text{cm}$  respectivamente. En conclusión, los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales tanto in situ como en laboratorio en ambos puntos NO SUPERAN los niveles de ECA – categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático.

Palabras clave: Evaluación, parámetros físicos, temperatura, sólidos totales disueltos, conductividad eléctrica.

## ABSTRACT

The investigation was carried out on the Illpa river - Illpa bridge landmark. Its objectives were to evaluate the water quality of the Illpa River according to the physical parameters for the conservation of the aquatic environment, ECA - category 4, D.S. 004-2017-MINAM. The sampling points were identified and georeferenced with the GPS, the physical parameters that were measured were temperature, total dissolved solids and electrical conductivity, the sampling was direct in situ, 30-60 ml of sample was collected in a container previously sterilized with distilled water, then the container was immersed in the body of water, once the sample was collected, it was transferred to another container and the electrode was quickly introduced for an average of 2-5 minutes until it stabilized and proceeded to record. The results were also sent to the Environmental Quality Laboratory of the UANCV for their respective analysis. The result of the temperature parameter in point 1 was 13.0 ° C and in point 2 it was 13.5 ° C in terms of in situ monitoring, the results in the laboratory were 13.7 ° C and 13.5 ° C respectively. Regarding the parameter of total solids in point 1 it was 23 mg / L and 22.5 mg / L in point 2 in the in situ monitoring, and in the laboratory the results were 23.0 mg / L and 22.5 mg / L respectively, regarding the electrical conductivity parameter of points 1 and 2 in situ they were 1325  $\mu\text{s} / \text{cm}$  and 1322  $\mu\text{s} / \text{cm}$ , and in the laboratory the results were 1328  $\mu\text{s} / \text{cm}$  and 1326  $\mu\text{s} / \text{cm}$  respectively. In conclusion, the physical parameters of temperature and total solids both in situ and in the laboratory at both points DO NOT EXCEED the levels of ECA - category 4 for the conservation of the aquatic environment, however, it is appreciated that the electrical conductivity parameter EXCEEDS the ECA - Category 4 for the conservation of the aquatic environment.

Keywords: Evaluation, physical parameters, temperature, total dissolved solids, electrical conductivity.

## INTRODUCCIÓN

El agua es esencial para la vida humana y el cuidado del medio ambiente. El agua es un recurso natural primordial para el desarrollo humano, es un recurso natural valioso que comprende ambientes marinos, estuarios, agua dulce (ríos y lagos) y aguas subterráneas que se extienden a través de las zonas costeras y del interior (National Marine Sanctuaries, 2011). A nivel global, existen reservas de agua dulce que pueden cubrir las necesidades actuales de la población mundial. Sin embargo, existe escasez en muchos países debido a la ineficiente gestión de los recursos hídricos por parte de las autoridades. La calidad del agua se ve impactada por varios factores en los que se incluyen el crecimiento de la población, la urbanización, los cambios en el uso de los terrenos y la hidrología, las opciones energéticas, el cambio climático, etc. (Wang, Wilson, VanBriesen, 2015).

A raíz de ello, es de vital importancia conocer la calidad del agua de los ríos en sus cursos nacientes. También, es necesario conocer las fuentes que alteran su calidad, identificar las condiciones naturales que podrían generar su deterioro y las actividades que se realizan, con el fin de implementar las medidas apropiadas para garantizar el buen aprovechamiento de este recurso. (Iglesias, 2020)

Por otra parte, toda la región tiene problemas de contaminación de aguas, con afectaciones serias a la salud humana y animal. En nuestro país, la mayoría de los recursos hídricos de las cuencas hidrográficas a nivel superficial están alterados desde sus características físicas, químicas y microbiológicas, por efecto de la disposición de residuos líquidos y sólidos, domésticos, agrícolas e industriales. Se estima que sólo cerca de un 5% de las aguas residuales reciben algún tratamiento y que el 50% de los desechos sólidos producidos son dispuestos directamente en fuentes de agua. Se desconocen los índices de contaminación química, pero anualmente se importan gran cantidad de insumos agrícolas.

La contaminación del lago Titicaca por los ríos afluentes es un problema que es evidente, pero pocos estudios científicos se han realizado para conocer la contaminación y transporte de contaminantes y destino de sustancias tóxicas en un cuerpo de agua en un área de investigación. El recurso hídrico está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el incremento de las actividades pecuarias y el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas, lo cual ha llevado a una competencia por los recursos limitados de agua dulce. (Casilla, 2014)

Los pobladores del distrito de Paucarcolla, manifiestan que las tuberías de desagüe de Atuncolla están conectadas al río Illpa generando la contaminación de las aguas que ingresan al Lago Titicaca así como también la cantidad de basura que arrojan los transportistas, las aguas del río Illpa son consumidas por los animales y pobladores, por tanto la afectación es total.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los países más densamente poblados del mundo, tienen abundantes fuentes de agua, pero estas fuentes se contaminan continuamente. Las fuentes de agua superficial están contaminadas con diferentes contaminantes como metales en trazas, tóxicos, coliformes y otros contaminantes orgánicos e inorgánicos. La mayoría de poblaciones usan estas fuentes de agua, especialmente las fuentes de agua superficial que contienen una cantidad elevada de contaminantes; el riesgo para la salud relacionado con el consumo de agua es muy alto. La muerte por enfermedades transmitidas por el agua está muy extendida en el mundo, especialmente entre los niños. Las fuentes antropogénicas, como los efluentes industriales no tratados, la eliminación inadecuada de los desechos domésticos, las escorrentías agrícolas son los principales contribuyentes con respecto a la contaminación del agua (Hasan 2019).

La contaminación del agua en nuestro país viene siendo un problema medio ambiental muy importante a nivel nacional como mundial el cual se viene dando por diferentes factores como las actividades económicas que se realizan en la cuenca hidrográfica, el crecimiento poblacional y el crecimiento de las zonas urbanas los cuales contribuyen a generar mayor cantidad de residuos sólidos y mayor vertimiento de aguas residuales urbanas vertidos en los cuerpos de agua generando impacto en la salud de la población que está propensa a contraer enfermedades por el consumo de agua contaminada y medio ambiente generando impactos a la fauna que habitan en el lugar. El mal manejo de residuos sólidos, la inexistencia e ineficiencia de los tratamientos de aguas negras, el vertimiento de aguas residuales urbanas y efluentes industriales representan un problema trascendental, porque modifican la calidad del recurso hídrico, afectando los ecosistemas acuáticos, imposibilitando y reduciendo las actividades que estaban destinadas a realizarse con este recurso (ANA 2019).

El pH del río Illpa presenta un carácter alcalino (valores mayores a 8,5), este menciona la problemática de contaminación en este distrito, indicando que uno de los problemas de contaminación es la misma la población urbana, el continuo movimiento vehicular por la autopista Puno - Juliaca, que alteran el recurso hídrico emitiendo residuos sólidos a las orillas del río, material particulado, entre otros (MINAM 2013).

Consecuente con lo anterior, es que este trabajo pretende evaluar la calidad física del agua superficial del río Illpa. De esta manera aportar con datos reales de los parámetros físicos de las aguas del río Illpa, para que las autoridades competentes en recursos hídricos puedan tomar cartas en el asunto tomando medidas de control.

### 1.1.1. Problema general

¿Cuál será la calidad física del agua del río Illpa de acuerdo a los ECA – categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM?

### 1.1.2. Problemas específicos

-¿Cuáles son los niveles de los parámetros físicos y químicos (temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica) del agua del río Illpa?

-¿Los niveles de los parámetros físicos y químicos (temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica) superarán los ECA – categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM?

## 1.2. ANTECEDENTES

Durán (2016), en su trabajo de investigación obtuvo como resultado: Sólidos disueltos totales, 189,8 mg/l, la temperatura 22,5 °C, conductividad eléctrica 54,5  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , El pH 7,2, nitrato 3,13 mg/l, la concentración de fosfato 0.69 mg/l, el oxígeno disuelto 9,5 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno en cinco días (DBO5) 6,7 mg/l, demanda química de oxígeno ( DQO) 33,1 mg/l. Concluyó que es un recurso hídrico altamente contaminado, siendo congruente con lo reportado en algunas variables físicos y químicos, donde se reportaron valores superiores a los límites permisibles establecidos por la normatividad colombiana.

Martínez (2017), en su trabajo de investigación obtuvo los siguientes resultados: Temperatura máxima de 15,5°C y una temperatura mínima de 12,0°C, pH (8,2-8,5), conductividad eléctrica (13,74-19,12  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), DQO (26,0 – 88,2 mg/l de O<sub>2</sub>), TSS (9,4 – 74,0 g/l), amonio (0,03 – 0,96 mg/l), nitritos (0,07 – 0,35 mg/l), sulfatos (566,7 – 1820,0 mg/l), fosfatos (0,93 – 2,29 mg/l). Concluyó que los parámetros físicos y químicos se han

visto afectados claramente por la presencia de precipitaciones los días previos a la toma de muestras y en relación con la calidad de aguas no se encontró patrones a corto plazo en cuanto al comportamiento relacionado con la depuración.

Flores (2017), evaluó los parámetros físicos y químicos concluyendo que: pH en agua oscilaron entre 8,9 y 9,6, considerados como alcalinos y se encuentran por arriba de los límites (6,5-9,0) permitidos por la guía canadiense de la calidad de agua dulce, la temperatura del agua (28,8-29,9 °C) fue inferior al límite permitido por la normatividad mexicana (40 °C). El oxígeno disuelto presentó valores similares a los establecidos por la EPA y por la guía canadiense de la calidad del agua, el valor de DQO clasifica al cuerpo de agua como contaminado ( $40 < \text{DQO} < 200 \text{mg/l}^1$ ). Los valores de CE y SDT se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la Sernapam.

Tamani (2014). En su tesis de investigación, "Evaluación de la calidad de agua del río negro en la provincia de Padre Abad, Aguaytía" en Perú. De los resultados obtenidos encontró que el oxígeno disuelto, su valor más alto fue 6.78 mg/l y el más bajo fue 4.82 mg/l, la conductividad registrada con el mínimo valor fue 10 uS/cm y el máximo fue de 41 uS/cm, un pH que van desde ligeramente ácidas a ligeramente básicas, la temperatura del agua se mantuvo casi constante con el valor más elevado de 27.7 °C y un mínimo de 22.9°C, los sólidos totales disueltos oscilaron entre 8 mg/l el mínimo y el máximo 46 mg/l, en cuanto a la DBO5 la mínima fue de 2.58 mg/l y una máxima de 14.27 mg/l presentando rastros de contaminación. Los Coliformes Termotolerantes registraron valores promediados de 0 NMP/100 ml, 320 NMP/100 ml y 2575 NMP/100 ml, los cuales se encuentran por encima de los límites establecidos estos resultados indican niveles altos de contaminación por aguas servidas. La evaluación determinó que las aguas del río negro son de buena calidad, a excepción de la demanda química de oxígeno que mostró concentraciones muy elevadas

de carga orgánica. La evaluación de los parámetros microbiológicos determinó que las aguas del río Negro no son de buena calidad.

Aguirre (2016), en su investigación denominada “Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca Región Lima” en Perú, concluye que los resultados demuestran que en el área de estudio se desarrollan actividades que afectan el ambiente, tales como vertimiento al río de aguas residuales domésticas sin tratamiento y residuos de las actividades agrícolas, eventualmente de actividad minera en la laguna Huarmicocha que pertenece al distrito de Caca y da origen al río del mismo nombre. En los resultados se determinó que las aguas son básicas que tienen a la neutralidad, con bajo contenido de iones disueltos, bien oxigenadas, con un bajo contenido de sólidos suspendidos y materia orgánica. También descartó que las actividades desarrolladas por los pobladores no influyan de forma muy significativa en la calidad del agua del río Caca. En base a los resultados obtenidos se determinó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasaron los niveles establecidos en el estándar nacional de calidad ambiental para agua destinada al riego de vegetales y bebida de animales. El río Paluche, uno de los contribuyentes del río Caca, no cumple con los valores establecidos por el ECA para fosfatos (1,052 mg/L), Fe (1,005 mg/L) y pH (6,03). Del análisis realizado se concluye que el río Lincha tiene influencia en la calidad del agua del río Caca.

Flores (2017), en su trabajo de investigación obtuvo como resultados: Turbidez de 0,73 UNT, color de 3,35 (UCV) Pt-Co; pH de 7,42; conductividad 290,50  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y sólidos totales disueltos de 145,89 mg/l; cloro residual 1,0 mg/l, dureza total de 164,96 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ; coliformes totales de 0 ufc /100 ml y coliformes termotolerantes de 0 ufc /100 ml; para el distrito de el Tambo: Turbidez de 0,40 UNT; color de 1,64 (UCV) Pt-Co; pH de 7,43; conductividad 474,49  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y sólidos totales disueltos de 240,19 mg/l; cloro residual 0,96 mg/l, dureza total de 199,09 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ; coliformes totales de 0 ufc /100 ml y coliformes

termotolerantes de 0 ufc /100 ml y para el distrito de Chilca: Turbidez de 0,73 UNT; color de 3.31 (UCV) Pt-Co; pH de 7,41; conductividad 400,62  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y sólidos totales disueltos de 145,89 mg/l; cloro residual 0,98 mg/l, dureza total de 197,04 mg  $\text{CaCO}_3/\text{l}$ ; coliformes totales de 0 ufc /100 ml y coliformes termotolerantes de 0 ufc /100 ml. Los resultados del análisis físico, químico y microbiológicos del agua se encuentran por debajo de los límites máximos permisibles según la normativa peruana - Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano DIGESA.

Rojas (2018), en su estudio obtuvo los siguientes valores: pH (6,5 – 8,5), conductividad eléctrica (549  $\mu\text{s}/\text{cm}$  - 3616  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), oxígeno disuelto (3,6 mg/l – 3,6 mg/l), sólidos disueltos totales (306 mg/lit - 3335 mg/lit), cobre (0,0151 mg/lit – 2,1306 mg/lit ), hierro (0,814 mg/lit – 58,319 mg/lit), manganeso (0,4208 mg/lit - 20 mg/lit), plomo (0,0119 mg/lit – 2,3502 mg/lit) y zinc (0,161 mg/lit – 11,914 mg/lit), donde concluyó que los parámetros físicos y químicos del río Ragra no cumple en su totalidad con los ECAS que corresponde a la categoría 3 como es el caso de sólidos disueltos totales, metales totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc).

Según, Yana (2014). En su investigación titulada “Evaluación del nivel de contaminación orgánica mediante la determinación de los parámetros fisicoquímicos, para determinar la calidad de las aguas del río Torococha” en Perú. Entre los resultados indica que, el río presentó promedios de temperatura que oscilaron entre 13.33 y 11.66°C, un pH promedio entre 7.46 y 6.78, la zona con mayor promedio para el caudal fue la Zona C (3.19 m<sup>3</sup> /s) y la menor la Zona B (0.17 m<sup>3</sup> /s) y para los meses de enero (1.52 m<sup>3</sup> /s) mostró un mayor promedio en comparación a Agosto (1.05 m<sup>3</sup> /s), la zona que presentó un mayor promedio de DBO5 es la Zona C (78.64 mg/l) y el menor es la Zona A (15.15 mg/l), Abril (81.55 mg/l) presentó un mayor promedio de DBO5 y el menor en Enero (25.06 mg/l), estos resultados están influenciados por el ciclo de lluvias, el caudal y la concentración de materia orgánica,

para la DQO la Zona C presentó un mayor promedio (99.80 mg/l) y el menor se encontró en la Zona A (29.09 mg/l), agosto (117.82 mg/l) presentó un promedio mayor de DQO y el menor fue en Enero (24.30 mg/l), los valores elevados se deben a las descargas de aguas residuales al cauce del río sin previo tratamiento.

Condori (2017), en su trabajo de investigación obtuvo que en la época seca hubo concentraciones bajas de contaminación, agravándose y considerándose como contaminada en época de transición en el segundo muestreo fue muy significativo, presentando mayor presencia de contaminantes como: fosfato (1,75 ; 2,1; 1,56 y 1 ,45 mg/l), DBO5 (84,96,76 y 72 mg/l), DQO (183, 218, 173 y 165 mg/l), también determinó la presencia de Coliformes fecales; la más alta en el segundo muestreo con concentraciones de hasta (3200 nmp/100 ml). Concluyó que el río llave presenta niveles de contaminación.

Ibañez (2018), en su trabajo de investigación obtuvo los siguientes resultados: Temperatura (12,10 – 12,40 °C), pH (7,55 – 7,81), conductividad eléctrica (658 - 1,380  $\mu$ s/cm), turbiedad (0,16 – 3,80 UNT), dureza total (5,20 – 11,94 mg/l), alcalinidad (0,90 – 1,10 mg/l), cloruros (2,00 – 7,50 mg/l), sulfatos (6,90 – 24,00 mg/l), nitratos (0,04 – 0,05 mg/l), Calcio (4,77 – 9,80 mg/l), magnesio (23,04 – 81,68 mg/l), sólidos disueltos totales (460 - 960 mg/l), sólidos totales (340 - 432 mg/l), parámetros bacteriológicos, coliformes totales (4 a 28 nmp/100 ml). Concluyó que los valores obtenidos en los parámetros químicos se encuentran dentro de los LMP, los parámetros bacteriológicos superan los límites máximos permisibles de 0 nmp/100 ml, dado a que estas aguas presentan un alto grado de contaminación biológica.

Cornejo (2019), en su estudio obtuvo como resultados: pH (9.57), OD (6,59 mg/l), TDS (0,74 mg/l), DBO5 (1,73 mg/l), DQO (26,75 mg/l), cadmio (0,33 mg/l), selenio (0,42 mg/l), nitratos (2,285 mg/l) y el nitrito (2,68 mg/l), que comparados con la norma D.S. N° 004-2017-MINAM,

el pH, en cadmio y selenio exceden la normativa, asimismo al evaluar los parámetros físicos para la temperatura (10,81 °C), turbidez (3,73 UNT) y conductividad (1165,36  $\mu\text{s}/\text{cm}$ ), que al ser comparados con la normativa, en lo que respecta a la conductividad excede la norma.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Evaluar la calidad del agua del río Illpa de acuerdo a los parámetros físicos y químicos para la conservación del ambiente acuático, ECA - categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Analizar los parámetros físicos y químicos (temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica) del agua superficial del río Illpa para la conservación del ambiente acuático.
- Contrastar los parámetros físicos y químicos (temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica) del río Illpa con los ECA – categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM, para la conservación del ambiente acuático.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1. El agua

El agua es un componente que tiene su propia dinámica, es el denominado «ciclo del agua» a través del cual pasa de la forma líquida a vapor atmosférico y retorna a la superficie en forma de precipitación. Los seres vivos en general, y los humanos en particular, hemos ido introduciendo modificaciones en este ciclo a base de añadir y restar cantidades cada vez más elevadas de líquido en cualquier punto del sistema. Algunas de tales modificaciones, leves, son el resultado de las actividades biológicas y las necesidades personales humanas; otras, más profundas, son la consecuencia de los requerimientos agrícolas, industriales y energéticos cada más elevados de los seres humanos, de manera que captaciones y vertidos han acabado modificando la circulación y las características y propiedades de las diferentes aguas. El resultado de todo ello ha sido una degradación de las calidades del agua que ha hecho cambiar y reconsiderar términos como «agua pura» y «agua residual»,

ha limitado sus usos y ha impulsado el desarrollo de tecnologías con el fin de restablecer y mejorar la calidad (Poch, 2019).

### **2.1.2. Calidad del agua**

El agua superficial disponible en el Perú es relativamente abundante, su calidad es crítica en algunas regiones del país, este deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves que sufre el país, pues constituye un impedimento para lograr un uso eficiente del recurso, lo que compromete el abastecimiento tanto en calidad como en cantidad, la salud de las personas y la del ganado, la producción agrícola y la conservación del medio ambiente, de modo que su corrección es tarea ineludible e inaplazable. Las causas principales de esta deficiente calidad del agua son la falta de tratamiento de las aguas servidas, la contaminación industrial, el uso indiscriminado de agroquímicos y el deterioro de las cuencas hidrográficas, la contaminación industrial más significativa proviene de la minería informal y del sector de hidrocarburos, es importante considerar que la calidad del agua puede tener diferentes rangos de concentración de contaminantes, en función del uso al que esté destinado (el más limitante es el uso poblacional) (ANA, 2019). El término calidad del agua es relativo y solo tiene importancia universal si está relacionado con el uso del recurso, esto quiere decir que una fuente de agua suficientemente limpia que permita la vida de los peces puede no ser apta para el consumo humano y un agua útil para el consumo humano puede resultar inadecuada para la industria, para decidir si un agua califica para un propósito particular, su calidad debe especificarse en función del uso que se le va a dar. Bajo estas consideraciones, se dice que un agua está contaminada cuando sufre cambios que afectan su uso real o potencial (Barrenechea, 2004).

### 2.1.3. Problemas de calidad del agua

El agua utilizada para el riego puede variar mucho en calidad dependiendo del tipo y la cantidad de sales disueltas. Las sales están presentes en el agua de riego en cantidades relativamente pequeñas pero significativas. Se originan a partir de la disolución o el desgaste de las rocas y el suelo, incluida la disolución de cal, yeso y otros minerales del suelo que se disuelven lentamente. Estas sales se llevan con el agua a donde sea que se use. En el caso del riego, las sales se aplican con el agua y permanecen en el suelo a medida que el agua se evapora o es utilizada por el cultivo. La idoneidad de un agua para riego se determina no solo por la cantidad total de sal presente, sino también por el tipo de sal. Se desarrollan varios problemas de suelo y cultivo a medida que aumenta el contenido total de sal, y pueden requerirse prácticas de manejo especiales para mantener rendimientos aceptables de cultivos. La calidad del agua o la idoneidad para el uso se juzga en función de la gravedad potencial de los problemas que se puede esperar que se desarrollen durante el uso a largo plazo. Los problemas que resultan varían tanto en clase como en grado, y son modificados por el suelo, el clima y los cultivos, así como por la habilidad y el conocimiento del usuario del agua. Como resultado, no hay un límite establecido en la calidad del agua; más bien, su idoneidad para el uso está determinada por las condiciones de uso que afectan la acumulación de los constituyentes del agua y que pueden restringir el rendimiento del cultivo. Los problemas del suelo más comúnmente encontrados y utilizados como base para evaluar la calidad del agua son aquellos relacionados con la salinidad, la tasa de infiltración del agua, la toxicidad y un grupo de otros problemas diversos Kaletová & Jurík, (2018).

## 2.1.4. Parámetros físicos

### a. Temperatura

Es importante para definir la calidad de un cuerpo de agua, pues afecta a la mayoría de los procesos biológicos que ocurren en un ecosistema acuático, es por ello que resulta indispensable para la conservación de la vida acuática (peces, algas, entre otros). Una de las actividades que afecta la temperatura del agua, es su utilización para el enfriamiento de plantas generadoras de energía eléctrica, en el proceso el agua se calienta y al ser liberada a la fuente de origen puede provocar efectos adversos sobre la vida acuática poniendo en riesgo el equilibrio del ecosistema. Además, puede verse afectada la capacidad del agua para la retención de oxígeno, así mismo, la temperatura afecta la solubilidad de los gases existentes en el agua, un aumento de la temperatura disminuye dicha solubilidad, tal como ocurre con el oxígeno disuelto, un aumento de la temperatura producirá dos efectos: por una parte, habrá menos oxígeno disponible y por otra, la velocidad de consumo resultará más elevada (Poch, 2019). La temperatura del recurso hídrico es un parámetro muy importante, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles, es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas, un cambio brusco de temperatura puede conducir a un aumento en la mortalidad de la vida acuática. Así mismo las temperaturas elevadas puede generar un aumento en la mortalidad de la vida acuática por lo tanto la temperatura óptima para el desarrollo de las actividades se detiene cuando se alcanza los 50°C a temperaturas de alrededor de 15°C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad (MINSA, 2010).

### **b.Sólidos totales disueltos (TDS)**

La cantidad de sólidos disueltos totales (TDS) es uno de los principales indicadores de la calidad del recurso hídrico. El TDS es el total de sales disueltas y su unidad de medición es mg/l, g/m<sup>3</sup> o ppm (mg/l), el hecho de que el agua cuente con sales en disolución, permite que ésta sea conductiva a la electricidad, por ende, un agua que contenga muchas sales, es mucho más conductiva y la medida de la conductividad nos permite determinar de una forma rápida la salinidad del agua, las sales más frecuentes en el agua son las de calcio, magnesio y sodio. En aguas no salobres, el 90 % de sales que cuenta el agua, son por presencia de calcio y magnesio, además dicho calcio y magnesio son molestos en la utilización del agua, la cantidad de sólidos totales en una muestra de recurso hídrico nos permite determinar los contenidos de materias disueltas y suspendidas que están en el agua, pero el resultado depende de dos factores, la temperatura y la persistencia de la desecación, su evaluación se fundamenta en una medida cuantitativa del incremento de peso que experimenta una cápsula anticipadamente tarada tras la evaporación de una muestra y secado a peso invariable a 103-105 °C (Severiche, 2013).

### **c.Conductividad eléctrica**

La conductividad eléctrica es la propiedad del agua para conducir la corriente eléctrica que depende en gran medida en la cantidad de materia sólida disuelta en el agua (como las sales que lleva disuelta), agua pura, como el agua destilada, puede tener muy poca conductividad y en contraste, agua de mar tendrá una conductividad mayor. El agua de lluvia frecuentemente disuelve los gases y el polvo que se encuentran en el aire y, por lo tanto, tiene una conductividad mayor que el agua destilada, la conductividad específica es una medida importante de la calidad del agua, ya que indica la cantidad de materia disuelta en la misma. A medida que se incrementa la cantidad de sales incrementa la

conductividad, limitando el uso del agua para riego, esta se mide mediante un aparato denominado conductímetro, el procedimiento estándar se basa en la medición de la conductividad en 1 cm<sup>3</sup> de agua a 25 °C, el resultado se expresa en milisiemens (Baird, 2018).

La conductividad eléctrica es la capacidad de una sustancia que pueda transportar la corriente eléctrica, es lo contrario de la resistencia eléctrica, es una constante que depende de la cantidad de sales disueltas en un líquido, la unidad de cálculo que se utiliza generalmente es el siemens/cm (S/cm), microsiemens/cm ( $\mu\text{S/cm}$ ), o milisiemens/cm (mS/cm). En soluciones acuosas el valor de la conductividad es directamente proporcional a la concentración de sólidos disueltos. Por ende, cuanto mayor sea dicha concentración mayor será la conductividad (Barrenechea, 2004):

- Agua pura: 0,055  $\mu\text{S/cm}$
- Agua de uso doméstico: 500-800  $\mu\text{S/cm}$
- Agua destilada: 0,5  $\mu\text{S/cm}$
- Agua de montaña: 1,0  $\mu\text{S/cm}$
- Agua de mar: 50.000-60.000  $\mu\text{S/cm}$ .

## 2.2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.2.1. Cuenca hidrográfica

Área territorial, donde el agua producto de la precipitación se une, para formar un curso de agua único; su delimitación se realiza sobre un mapa con curvas de nivel, guiados por la divisoria de aguas, que distribuye el escurrimiento a cada sistema de corriente y que fluye al punto de salida (Villón, 2002).

### **2.2.2. Cuenca del Lago Titicaca**

La cuenca endorreica del Lago Titicaca se ubica, geográficamente, en territorio de Perú y Bolivia. En el sector peruano, abarca 13 provincias y 93 distritos, en la región Puno. Sus límites son; por el norte, la cordillera de Carabaya; por el sur, la frontera boliviana; por el este, la cordillera Oriental o Real; y, por el oeste, la cordillera de Los Andes (MINAM, 2013).

### **2.2.3. Fuentes de contaminación urbana**

Indican que las fuentes contaminantes urbanas se clasifican en puntuales y difusas. La contaminación es puntual, cuando ésta va a través de un canal al depósito final, estos vertidos son de fácil localización por lo que su origen también es identificable con facilidad. La contaminación difusa urbana es aquella fuente que no es fácilmente localizable, se encuentra dispersa por áreas extensas, por lo que su control resulta más complicado Glynn y Gary (1999).

### **2.2.4. Calidad de agua**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, es la norma que establece el nivel de concentración para sustancias, elementos o parámetros físicos, biológicos y químicos que están presentes en su condición de cuerpo receptor. Esta norma se rige bajo el principio del Artículo 2 de la Constitución Política del Perú, que indica que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; norma sujeta a revisión de parámetros, con la finalidad de fijar nuevos niveles de calidad y otros ajustes progresivos para las actividades (MINAM, 2017).

### **2.2.5. Contaminación del agua**

“Cualquier alteración de las características físicas, químicas o biológicas, en concentraciones tales que la hacen no apta para el uso deseado, o que causa un efecto adverso al ecosistema acuático, seres humanos o al ambiente en general” Acuerdo Ministerial No. 028. Ministerio del Ambiente (2015).

### **2.2.6. Cuerpo receptor**

“Río, cuenca, cauce o cuerpo de agua que sea susceptible de recibir directa o indirectamente el vertido de aguas residuales” Acuerdo Ministerial No. 028. Ministerio del Ambiente (2015).

### **2.2.7. Monitoreo de la calidad en cuerpos de agua**

“Implica el seguimiento sistemático a través del muestreo y toma de datos de campo a intervalos de tiempo definidos para la obtención de información que permita evaluar que los parámetros de calidad guarden relevancia con los usos del cuerpo receptor” Acuerdo Ministerial No. 028. Ministerio del Ambiente (2015).

### **2.2.8. Muestreo**

Proceso de tomar una porción, lo más representativa, de un volumen de agua para el análisis de varias características definidas, Acuerdo Ministerial No. 028. Ministerio del Ambiente (2015).

### **2.2.9. Calidad del agua**

Se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano". Lenntech (2006).

### **2.2.10. Parámetros de calidad del agua**

Las variables que más se tienen en cuenta en este proceso son: pH, oxígeno disuelto, Demanda Bioquímica de Oxígeno, una forma de nitrógeno, fosfatos y sólidos totales. Por lo tanto su uso no puede ser generalizado ya que se podría terminar realizando juicios subjetivos, además bajo un solo indicador no se puede evaluar la dinámica de un sistema ya que es importante también el estudio de cada variable individualmente. Samboni et al. (2007).

## **2.3. HIPÓTESIS**

### **2.3.1. Hipótesis general**

La calidad física del agua del río Illpa, se encuentra por encima de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas destinadas para la conservación del ambiente acuático, ECA - categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

- Las características físicas del agua del río Illpa tienen un valor de temperatura alto, sólidos totales altos y conductividad eléctrica elevada.
- Los parámetros físicos del agua del río Illpa, se encuentra por encima de la normativa nacional establecida para la conservación del ambiente acuático - categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. ZONA DE ESTUDIO

El área de estudio fue un tramo del río Illpa (puente Illpa, autopista Puno - Juliaca), el río está ubicado al sur, a una distancia de 26.8 km de la ciudad de Puno, el cual abarca cuerpos de agua desde el lago Umayo hasta la desembocadura en el Lago Titicaca (ANA, 2019).

El río Illpa comprende el área de influencia de la Laguna Umayo, constituida políticamente por los distritos de Atuncolla, Paucarcolla, Vilque, Tiquillaca, Cabana y Mañazo, de la provincia y Departamento de Puno, cubriendo una superficie de 1,279 Km<sup>2</sup> (ANA, 2019).

##### 3.1.1. Ubicación geográfica de la zona

Geográficamente la cuenca limita por el Norte con la cuenca del río Coata y Cabanillas, por el Oeste con la cuenca de la Laguna Lagunillas, por el Este con el Lago Titicaca y por el

Sur con la Cuenca del río llave, estando comprendida entre las coordenadas 70°00 y 70°28' de longitud Oeste y 15°35' y 16°00' de latitud Sur.

Altitudinalmente se extiende desde la superficie del Lago Titicaca, localizada a 3,810 msnm. hasta las cumbres de los cerros ubicados en la zona de Mañazo a 5,900 msnm.



**Figura 1.** Ubicación geográfica de la zona de estudio

**Fuente:** Estudio: Disponibilidad Hídrica de las Cuencas Afluentes al Lago Titicaca, ALT – 2005.

**3.2 TAMAÑO DE MUESTRA**

**a. Población**

La población para el trabajo de investigación fue las aguas del río Illpa, hito puente Illpa, aguas arriba (sector Pampa Illpa), aguas abajo (Pampa Ticona) uno de los principales afluentes que desemboca en el lago Titicaca.

**b. Muestra**

La muestra que se utilizó fue instantáneo y puntual. Instantáneo por que la muestra represento los parámetros del recurso hídrico en el momento en que se recolecta y puntual por que se tomó muestras en 02 puntos representativos. El número de muestra aguas arriba (sector Pampa Illpa) fue de 01 con 02 repeticiones y aguas abajo (Pampa Ticona) fue de 01 con 02 repeticiones, se utilizó el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N°010-2016-ANA).

**Punto 1**

El primer punto de muestreo se ubicó a 100 metros aguas arriba del puente Illpa (sector Pampa Illpa), como se muestra en la (figura 1), este punto fue elegido por que se observó intensos cultivos, pastado de animales, aves y material orgánico en las riberas del río, que no forma parte de la población urbana.

**Punto 2**

El segundo punto de muestreo se ubicó a 100 metros aguas abajo del puente Illpa (Pampa Ticona). A este punto se le consideró estratégico debido a que es el tramo que comienza el desemboque al Lago Titicaca, donde se encuentran la mayor zona de contaminación puesto que se presentan: drenajes de aguas pluviales, aguas residuales de desagües clandestinos que son vertidos directamente al río y que provienen de las viviendas que se ubican a las riberas del río.

En cuanto a las 2 fechas:

Época de Transición: Seco-lluvioso con moderada presencia de lluvias (Agosto).



**Figura 2.** Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio

Fuente:(Google maps, 2021).

**Tabla 1.** Ubicación de los puntos de muestreo

PUNTO	UBICACIÓN
P-1	100 metros aguas arriba del puente Illpa.
P-2	100 metros aguas abajo del puente Illpa.

### 3.3. MÉTODO Y TÉCNICAS

#### 3.3.1. Tipo de investigación

El trabajo de investigación que se realizó fue de tipo descriptiva, porque busca describir los resultados de los parámetros físicos de las aguas superficiales del río Illpa. Para lo cual se utilizó la observación, la descripción y la medición en campo de las muestras representativas de cada punto de la población.

### **3.3.2. Diseño de investigación**

El estudio comprendió el diseño de investigación no experimental descriptivo por qué se analizó la realidad y se observó la situación tal y como se da en su contexto natural, buscó recoger información actualizada de la población de estudio, sirvió para estudios de caracterización, por lo que se describió las características física, para así determinar la calidad del agua del río Illpa, por ende, este trabajo de investigación consistió en la medición directa de la muestra del agua del río Illpa.

### **3.3.3. Método**

Los métodos se fundamentaron en la RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ANA, 2019).

### **3.3.4. Procedimiento de la investigación**

#### **3.3.4.1. Identificación de los puntos de muestreo**

Primero se identificó el punto de muestreo y se georreferenció con el GPS Garmin este procedimiento se repitió con todos los puntos de muestreo, cada punto tuvo su punto referencial. Así mismo para la medición de los parámetros físicos, se utilizaron equipos para cada parámetro con la finalidad de obtener datos exactos.

- Para el OE1: Determinación de los parámetros físicos

Los parámetros físicos que se midieron fueron: la temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica, utilizando el Multiparámetro de marca HANNA HI 9813-5.

La toma de muestra fue directa in situ se recolectó 30-60 ml de muestra con un envase previamente esterilizado con agua destilada después se procedió a sumergir el envase al cuerpo de agua, ya recolectada la muestra se trasvasó a otro recipiente y rápidamente se introdujo el electrodo por un promedio de 2-5 minutos hasta que se estabilice y se procedió a anotar los resultados.

- Para el OE2: Contrastar los parámetros físicos del río Illpa con los ECA

Los resultados de las mediciones de los parámetros físicos (Temperatura, conductividad eléctrica y sólidos totales) fueron contrastados con los ECA – Categoría 4 “Conservación del ambiente acuático”, D.S. 004-2017-MINAM, para poder conocer si dichos parámetros superan los valores establecidos por la legislación Peruana.

### **3.3.5. Materiales**

#### **a. Materiales de campo**

- Recipiente de 5 L
- Recipiente de 200 ml
- Guantes
- Mandil
- Barbijo
- Sujetador de cabello
- Cuaderno de apuntes
- Cooler

- Botas de jebe
- Agua destilada
- Pizeta

#### **b. Equipos de campo**

- Equipo multiparamétrico
- Conductímetro
- Termómetro
- GPS

#### **c. Equipos de laboratorio**

- Equipo multiparamétrico

### **3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES**

#### **Variable dependiente:**

Calidad del agua del río Illpa

Corriente natural de agua que fluye por un lecho, desde un lugar elevado a otro más bajo, un río es una corriente de agua que fluye desde su nacimiento hasta su desembocadura en el lago.

#### **Variable independiente:**

Evaluación de parámetros físicos y químicos

Es el análisis de los resultados de la temperatura, sólidos totales y conductividad eléctrica con el ECA - categoría 4.

### 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Para la investigación se utilizaron procesos in situ y de laboratorio, donde la toma de muestra fue del río Illpa (aguas arriba y aguas abajo), se considera la profundidad, velocidad de la corriente y la distancia entre orillas, para analizar los parámetros físicos, Autoridad Nacional del Agua (ANA, 2016).

#### 3.5.1. Procedimiento a seguir

Primero, para analizar los parámetros físicos, se tomaron en cuenta los estándares de calidad ambiental (ECAs) para agua establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, que establece dentro de la categoría 4 Conservación del ambiente acuático (MINAM, 2017).

Segundo, se tomaron muestras de agua (aguas arriba y aguas abajo) del puente siguiendo el protocolo de muestreo recomendado.

Tercero, los parámetros físicos más relevantes de calidad de agua, los cuales serán analizados en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV Juliaca.

Cuarto, se procederá a realizar el análisis de los parámetros en gabinete.

## CAPÍTULO IV

## EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

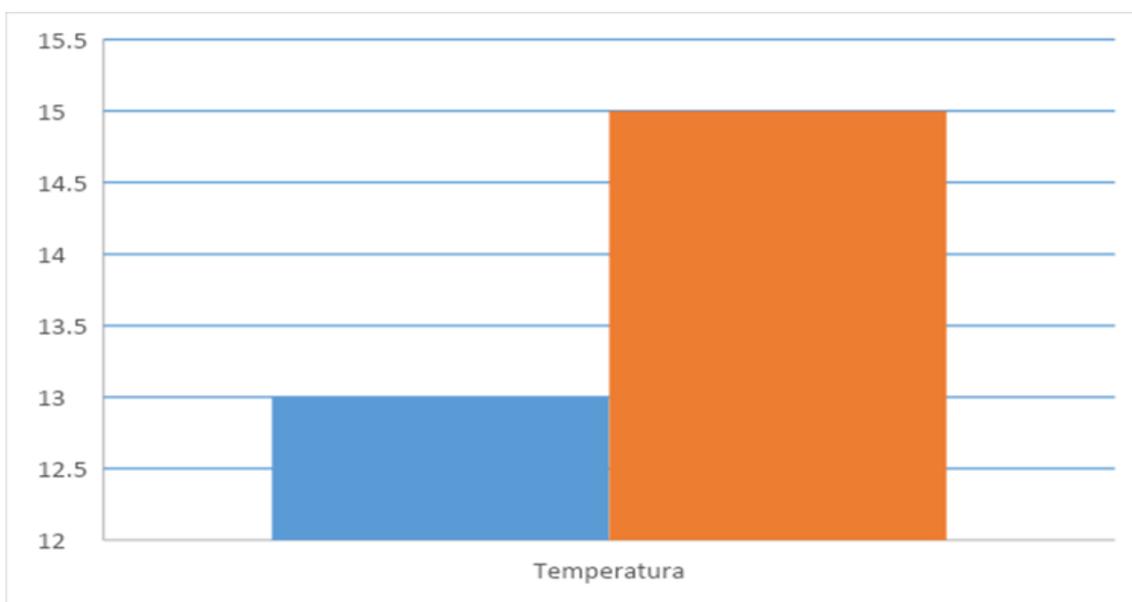
**4.1. EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO ILLPA DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS FÍSICOS PARA LA CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO, ECA - categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM**

Para el punto 1 (in situ)

**Tabla 2.** Evaluación de parámetros físicos en el punto 1 in situ.

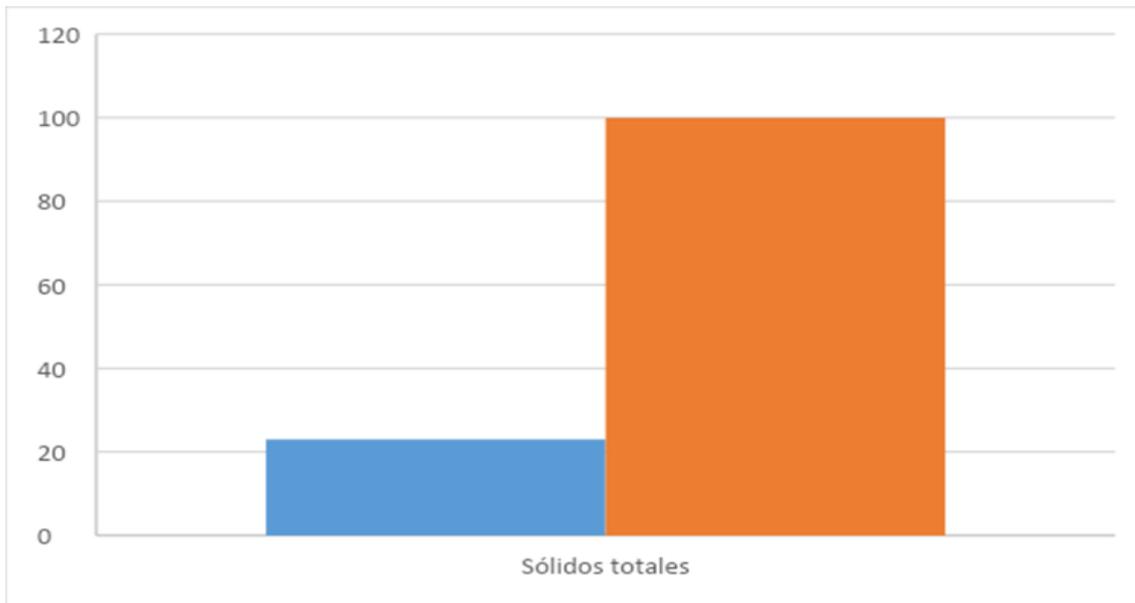
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.0	$\Delta 3$ (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	23.0	$\leq 100$	No supera
3	Conductividad eléctrica	$\mu\text{s}/\text{cm}$	1325	1000	Supera

En la tabla 02, se aprecia que los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales NO SUPERAN el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo cual indica que se encuentra en un nivel de calidad apta para la conservación del ambiente acuático. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo que se atribuye a los nutrientes vegetales que se encuentran naturalmente en el agua y el suelo, e incrementan con el uso de fertilizantes aplicados y otros minerales disueltos, teniendo como evaluación de este parámetro un nivel de calidad no apta para la conservación del ambiente acuático.



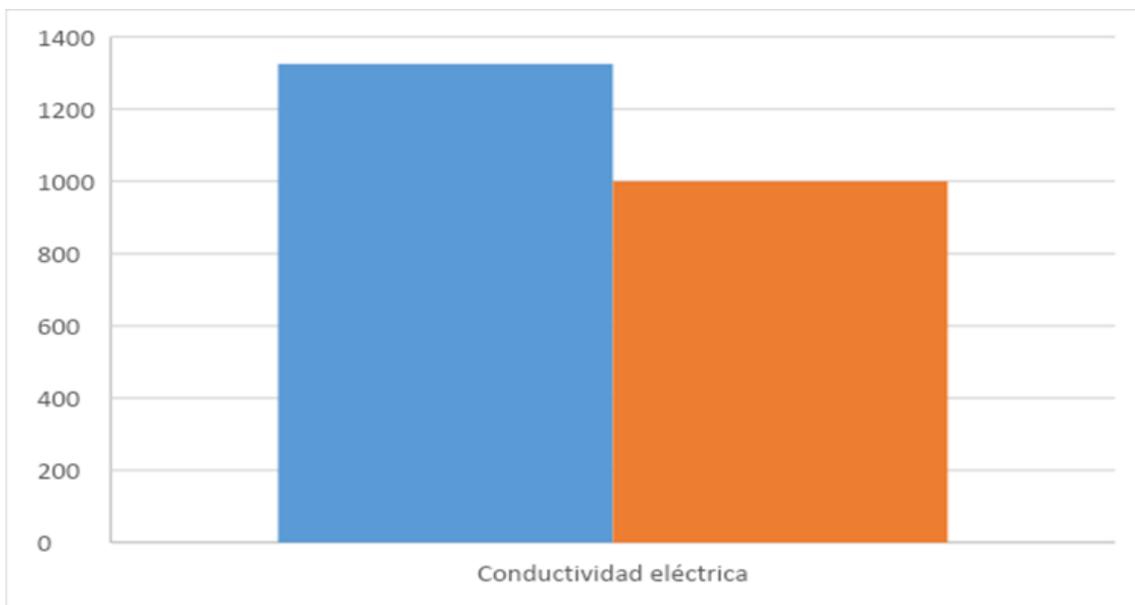
**Figura 3.** Evaluación de la temperatura – punto 1 in situ

La Figura 03, muestra la evaluación del parámetro de temperatura con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 1, muestra in situ.



**Figura 4.** Evaluación de los sólidos totales – punto 1 in situ

La Figura 04, muestra la evaluación del parámetro de sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 1, muestra in situ.



**Figura 5.** Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 1 in situ

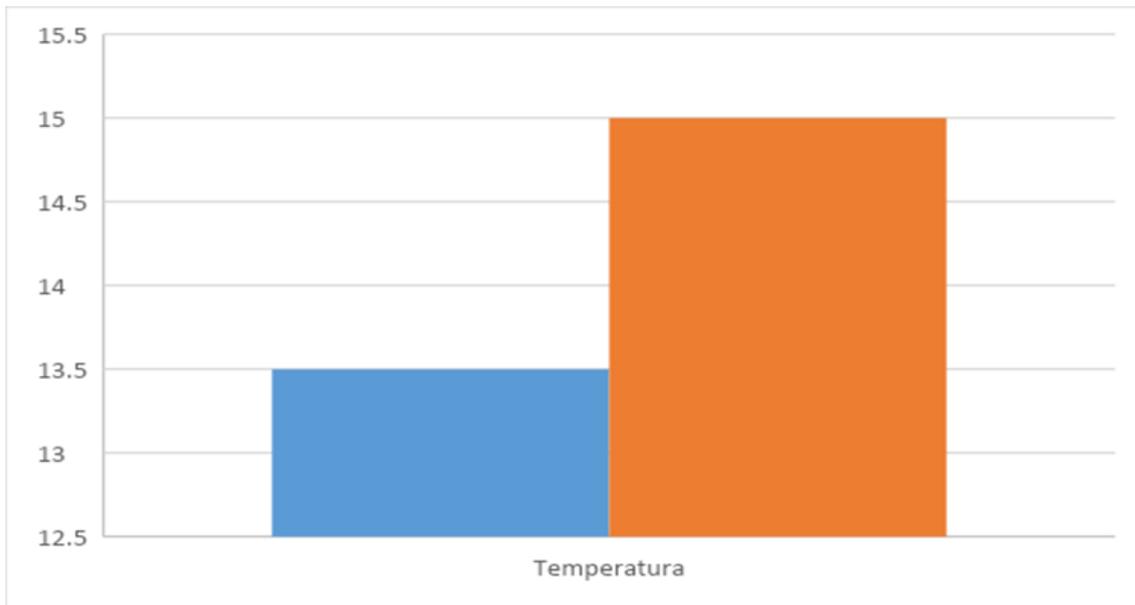
La Figura 05, muestra la evaluación del parámetro de conductividad eléctrica con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 1, muestra in situ.

Para el punto 2 (in situ)

**Tabla 3.** Evaluación de parámetros físicos en el punto 2 in situ.

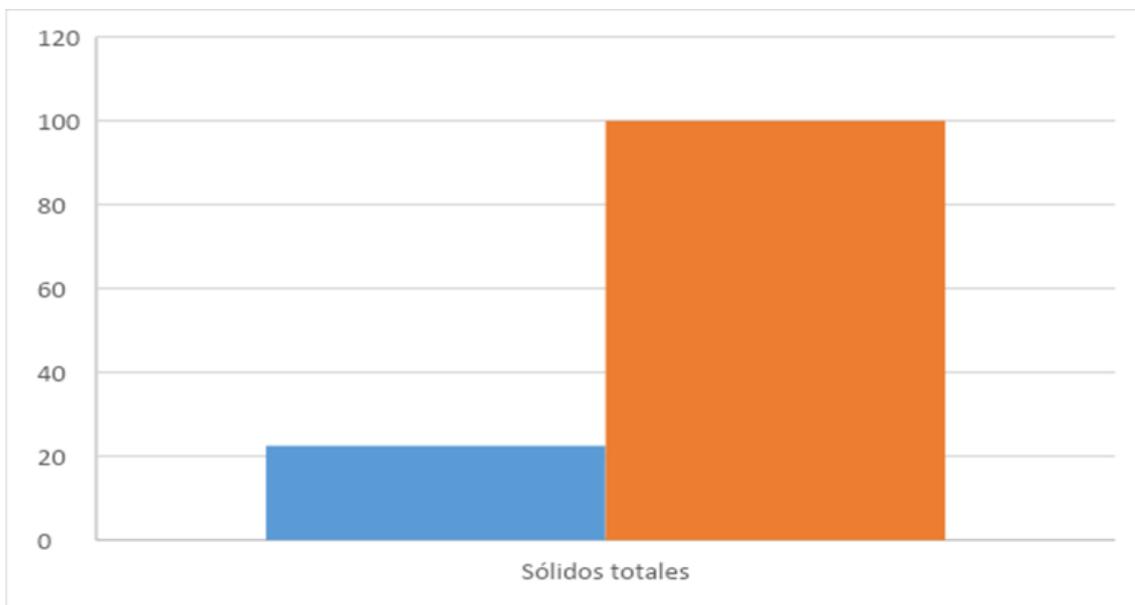
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.5	$\Delta 3$ (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	22.5	$\leq 100$	No supera
3	Conductividad eléctrica	$\mu\text{s/cm}$	1322	1000	Supera

En la tabla 03, se aprecia que los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales NO SUPERAN el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo cual indica en que se encuentra en un nivel de calidad apta para la conservación del ambiente acuático. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo que se atribuye a los nutrientes vegetales que se encuentran naturalmente en el agua y el suelo, e incrementan con el uso de fertilizantes aplicados y otros minerales disueltos, teniendo como evaluación de este parámetro un nivel de calidad no apta para la conservación del ambiente acuático.



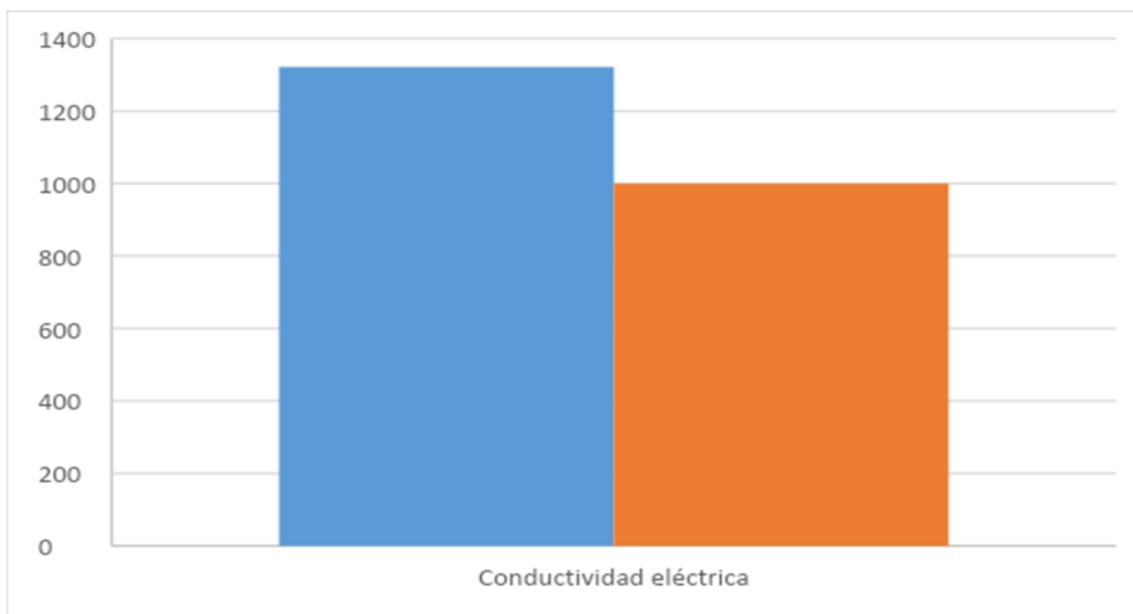
**Figura 6.** Evaluación de la temperatura – punto 2 in situ

La Figura 06, muestra la evaluación del parámetro de temperatura con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 2, muestra in situ.



**Figura 7.** Evaluación de los sólidos totales – punto 2 in situ

La Figura 07, muestra la evaluación del parámetro de sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 2, muestra in situ.



**Figura 8.** Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 2 in situ

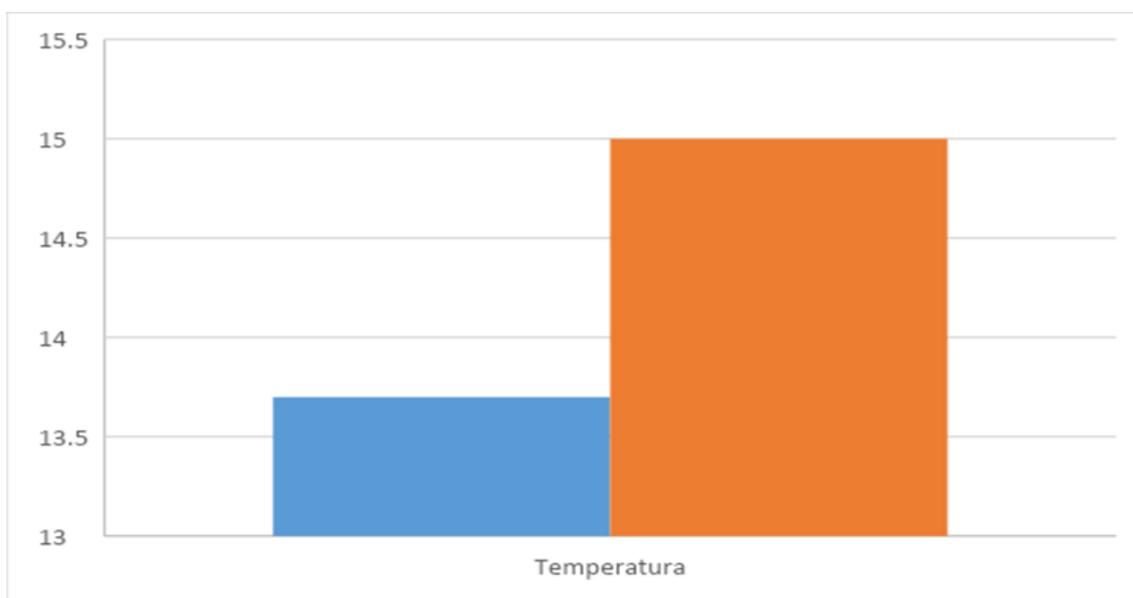
La Figura 08, muestra la evaluación del parámetro de conductividad eléctrica con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 2, muestra in situ.

Para el punto 1 (en laboratorio)

**Tabla 4.** Evaluación de parámetros físicos en el punto 1 en laboratorio

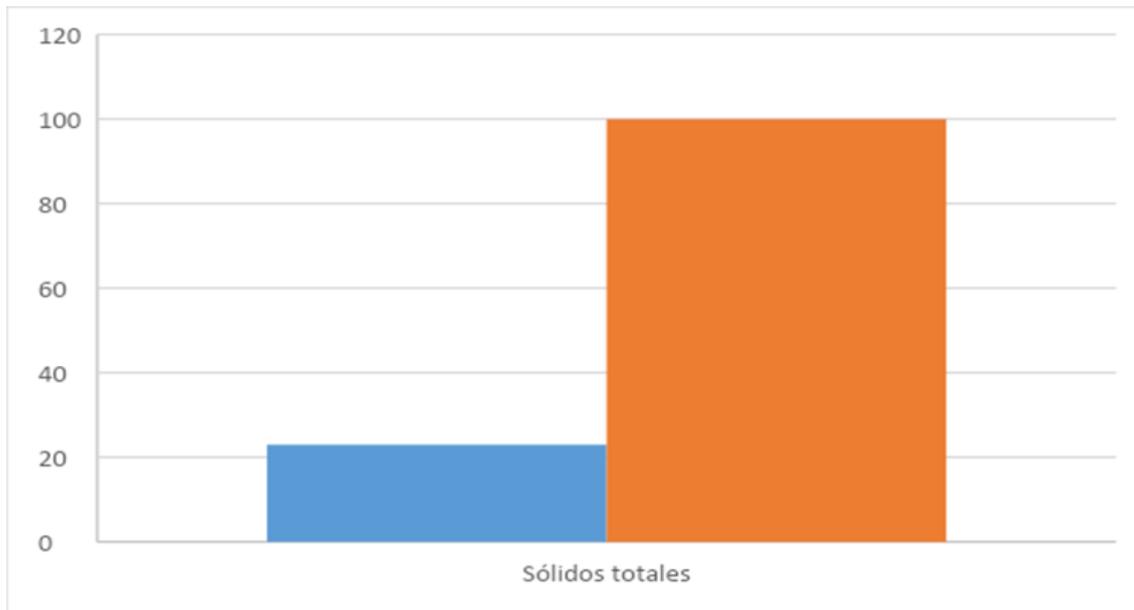
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.7	Δ 3 (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	23.0	≤100	No supera
3	Conductividad eléctrica	μs/cm	1328	1000	Supera

En la tabla 04, se aprecia que los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales NO SUPERAN el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo cual indica que se encuentra en un nivel de calidad apta para la conservación del ambiente acuático. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo que se atribuye a los nutrientes vegetales que se encuentran naturalmente en el agua y el suelo, e incrementan con el uso de fertilizantes aplicados y otros minerales disueltos, teniendo como evaluación de este parámetro un nivel de calidad no apta para la conservación del ambiente acuático.



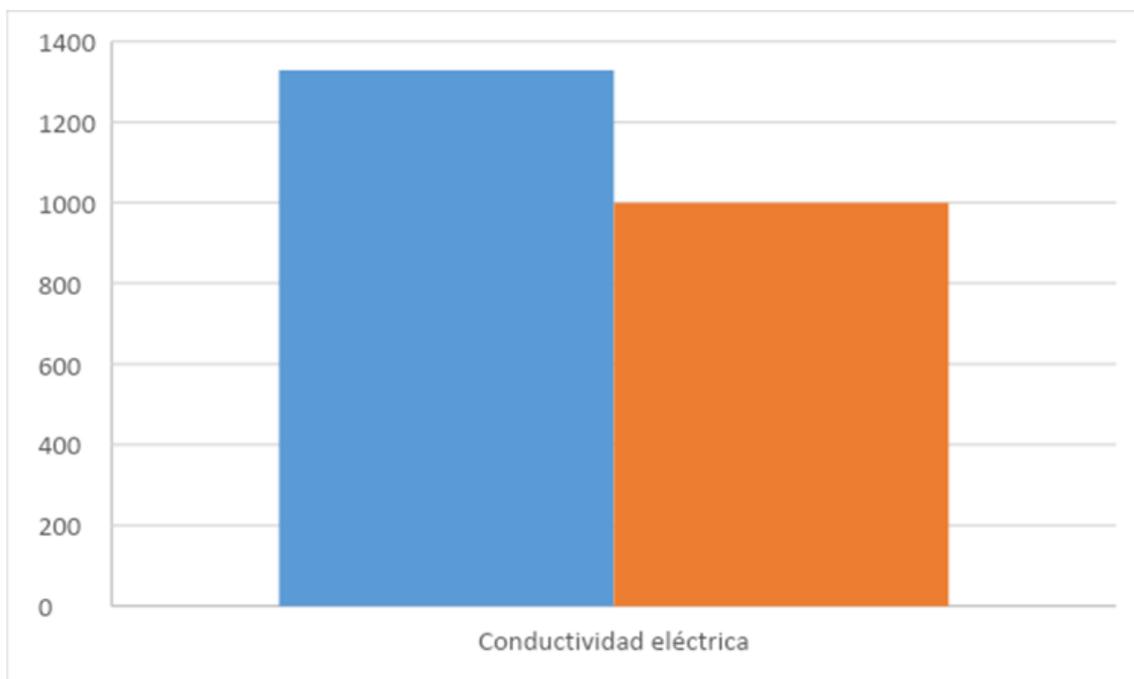
**Figura 9.** Evaluación de la temperatura – punto 1 en laboratorio

La Figura 09, muestra la evaluación del parámetro de temperatura con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 1, muestra en laboratorio.



**Figura 10.** Evaluación de los sólidos totales – punto 1 en laboratorio

La Figura 10, muestra la evaluación del parámetro de sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 1, muestra en laboratorio.



**Figura 11.** Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 1 en laboratorio

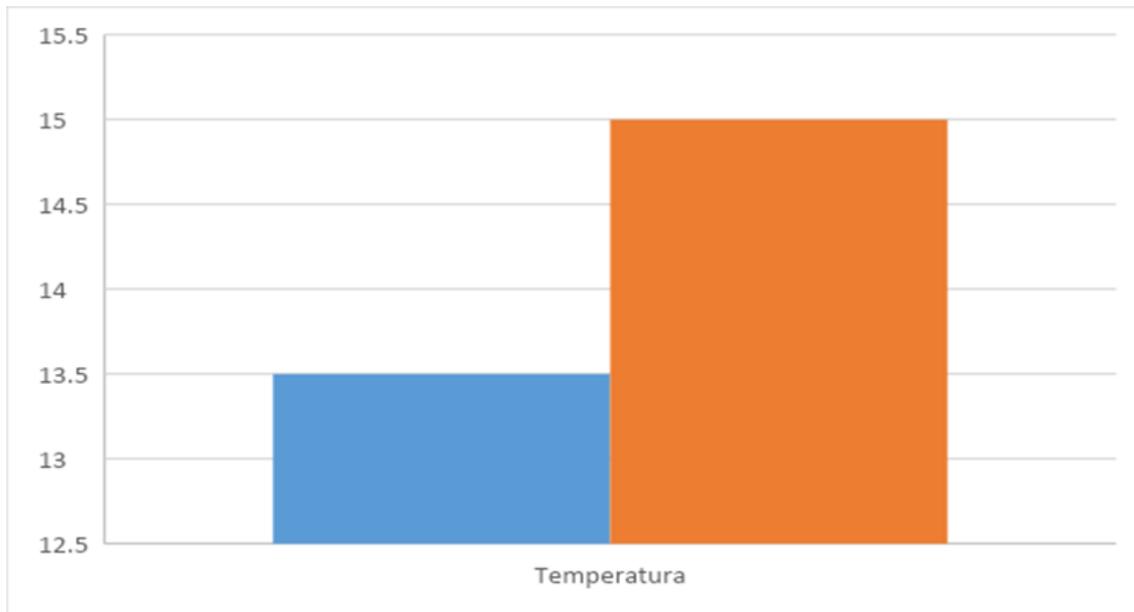
La Figura 11, muestra la evaluación del parámetro de conductividad eléctrica con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 1, muestra en laboratorio.

Para el punto 2 (en laboratorio)

**Tabla 5.** Evaluación de parámetros físicos en el punto 2 en laboratorio

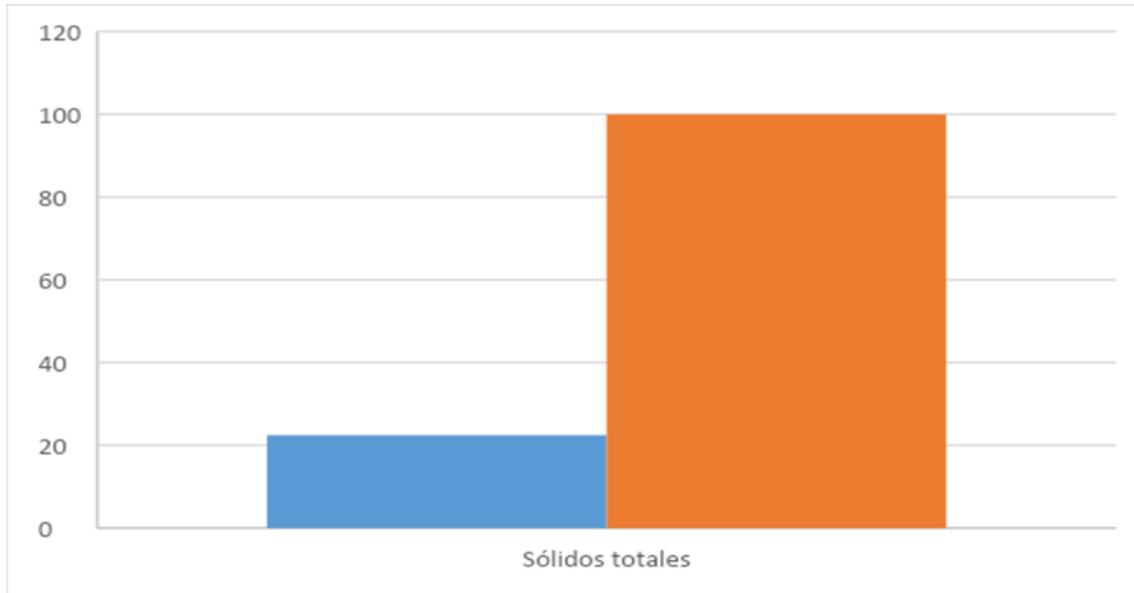
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.5	$\Delta 3$ (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	22.5	$\leq 100$	No supera
3	Conductividad eléctrica	$\mu\text{s/cm}$	1326	1000	Supera

En la tabla 04, se aprecia que los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales NO SUPERAN el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo cual indica en que se encuentra en un nivel de calidad apta para la conservación del ambiente acuático. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, lo que se atribuye a los nutrientes vegetales que se encuentran naturalmente en el agua y el suelo, e incrementan con el uso de fertilizantes aplicados y otros minerales disueltos, teniendo como evaluación de este parámetro un nivel de calidad no apta para la conservación del ambiente acuático.



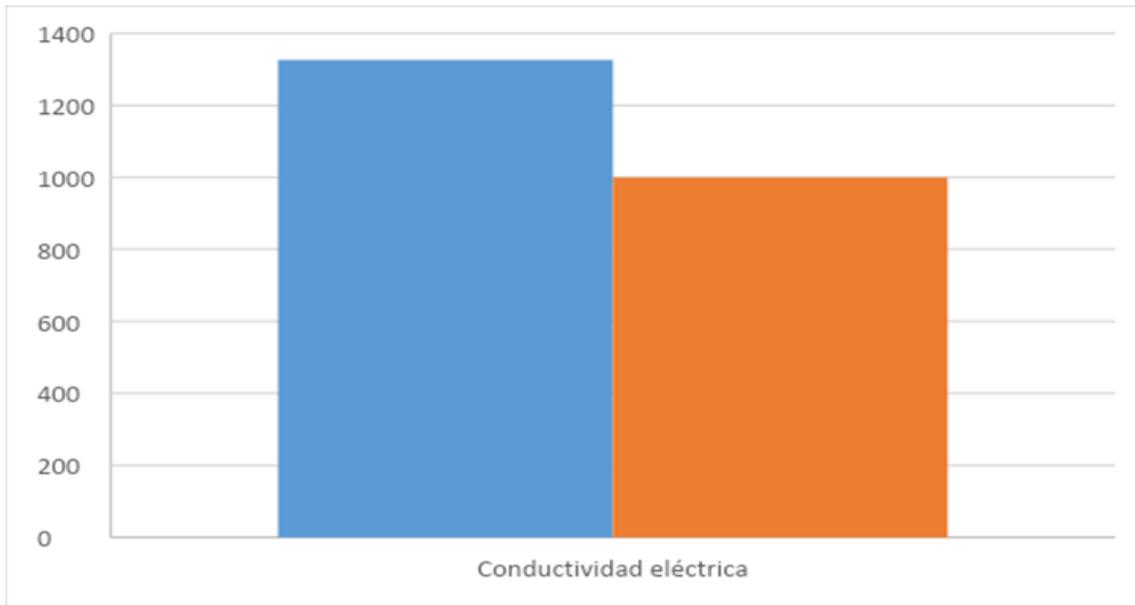
**Figura 12.** Evaluación de la temperatura – punto 2 en laboratorio

La Figura 12, muestra la evaluación del parámetro de temperatura con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 2, muestra en laboratorio.



**Figura 13.** Evaluación de los sólidos totales – punto 2 en laboratorio

La Figura 13, muestra la evaluación del parámetro de sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 2, muestra en laboratorio.



**Figura 14.** Evaluación de la conductividad eléctrica – punto 2 en laboratorio

La Figura 14, muestra la evaluación del parámetro de conductividad eléctrica con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático en el punto 2, muestra en laboratorio.

Analizar los parámetros físicos (temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica) del agua superficial del río Illpa para la conservación del ambiente acuático

Se identificó los puntos de muestreo y se georreferenció con el GPS Garmin este procedimiento se repitió con todos los puntos de muestreo.

**Tabla 6.** Georreferenciación de los puntos de muestra.

PUNTO	UBICACIÓN	PUNTO	UBICACIÓN
P-1	-15.696180106237053,	P-1	-70.06886252540399
P-2	-15.696045832374494,	P-2	-70.06742486138002

La Tabla 06, muestra los datos obtenidos de la georreferenciación con el GPS Garmin de los puntos de muestreo, que fueron ubicados a 100 metros aguas arriba del puente Illpa y a 100 metros aguas abajo del puente Illpa, como se aprecia también en la Figura 15.

**Figura 15.** Georreferenciación con el GPS

La toma de muestra fue directa in situ se recolectó 30-60 ml de muestra con un envase previamente esterilizado con agua destilada después se procedió a sumergir el envase al cuerpo de agua, ya recolectada la muestra se trasvasó a otro recipiente y rápidamente se

introdujo el electrodo por un promedio de 2-5 minutos hasta que se estabilice y se procedió a anotar los resultados.



**Figura 16.** Toma de muestra in situ – punto 1 (aguas arriba)

En la Figura 16, se aprecia el análisis de los parámetros in situ del punto 1, guiándose del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.



**Figura 17.** Toma de muestra in situ – punto 2 (aguas abajo)

En la Figura 17, se aprecia el análisis de los parámetros in situ del punto 2, guiándose del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.

Se obtuvieron los siguientes resultados in situ:

Temperatura

**Tabla 7.** Resultados del parámetro de temperatura – in situ

<b>Parámetro</b>	<b>Temperatura</b>	<b>Unidad</b>
<b>Punto 1</b>	13.0	°C
<b>Punto 2</b>	13.5	°C

En la tabla 07, se aprecia los resultados del parámetro de temperatura de los puntos 1 y 2 muestra in situ.

Sólidos totales

**Tabla 8.** Resultados del parámetro de sólidos totales – in situ

<b>Parámetro</b>	<b>Sólidos totales</b>	<b>Unidad</b>
<b>Punto 1</b>	23	mg/L
<b>Punto 2</b>	22.5	mg/L

En la tabla 08, se aprecia los resultados del parámetro de sólidos totales de los puntos 1 y 2 muestra in situ.

Conductividad eléctrica

**Tabla 9.** Resultados del parámetro de conductividad eléctrica – in situ

<b>Parámetro</b>	<b>Conductividad eléctrica</b>	<b>Unidad</b>
<b>Punto 1</b>	1325	µs/cm
<b>Punto 2</b>	1322	µs/cm

En la tabla 09, se aprecia los resultados del parámetro de conductividad eléctrica de los puntos 1 y 2 muestra in situ.

Se recolectaron muestras del río en 02 puntos. En el punto muestral se recolectó muestra de agua para posterior ser llevadas al Laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV - Juliaca, se siguió el procedimiento que tiene dicho laboratorio para la toma de muestra, este contempla la cadena de custodia que proporciona el mismo laboratorio. Todas las muestras se recolectaron a 5 cm de profundidad en el río, la cantidad fue de 150 ml, para determinación de los parámetros químicos. Todas las muestras recolectadas de agua de la zona de muestreo fueron preservadas, rotuladas y transportadas en una caja térmica con hielo hasta el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV - Juliaca. Todos los procedimientos siguieron los protocolos establecidos por el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Resolución Jefatura N° 010-2016-ANA (ANA, 2019; El Peruano, 2017).



**Figura 18.** Toma de muestra para ser llevado al laboratorio de calidad ambiental de la UANCV – Juliaca.

En la Figura 18, se aprecia la toma de muestra de los puntos 1 y punto 2, para ser llevados al laboratorio, guiándose del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.



**Figura 19.** Análisis en laboratorio

La Figura 19, muestra el análisis de los parámetros físicos de temperatura, sólidos totales y conductividad eléctrica en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UANCV Juliaca.

Se obtuvieron los siguientes resultados en laboratorio:

Punto 1

**Tabla 10.** Resultados de los parámetros físicos en laboratorio – Punto 1

N°	Parámetro	Unidad	Resultado
1	Temperatura	°C	13.7

2	Sólidos totales	mg/L	23.0
3	Conductividad eléctrica	µs/cm	1328

En la tabla 10, se aprecia los resultados de los parámetros de temperatura, sólidos totales y conductividad eléctrica del punto 1.

Punto 2

**Tabla 11.** Resultados de los parámetros físicos en laboratorio – Punto 2

N°	Parámetro	Unidad	Resultado
1	Temperatura	°C	13.5
2	Sólidos totales	mg/L	22.5
3	Conductividad eléctrica	µs/cm	1326

En la tabla 11, se aprecia los resultados de los parámetros de temperatura, sólidos totales y conductividad eléctrica del punto 2.

Contrastar los parámetros físicos (temperatura, sólidos totales disueltos y conductividad eléctrica) del río Illpa con los ECA – categoría 4, D.S. 004-2017-MINAM, para la conservación del ambiente acuático

Para el punto 1 (in situ)

**Tabla 12.** Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – in situ para el punto 1

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.0	Δ 3 (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	23.0	≤100	No supera
3	Conductividad eléctrica	μs/cm	1325	1000	Supera

En la tabla 12, se aprecia el contraste de los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, los cuales NO SUPERAN el estándar peruano. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático.

Para el punto 2 (in situ)

**Tabla 13.** Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – in situ para el punto 2

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.5	Δ 3 (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	22.5	≤100	No supera
3	Conductividad eléctrica	μs/cm	1322	1000	Supera

En la tabla 13, se aprecia el contraste de los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, los cuales NO

SUPERAN el estándar peruano. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático.

Para el punto 1 (en laboratorio)

**Tabla 14.** Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – en laboratorio para el punto 1.

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.7	$\Delta 3$ (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	23.0	$\leq 100$	No supera
3	Conductividad eléctrica	$\mu\text{s/cm}$	1328	1000	Supera

En la tabla 14, se aprecia el contraste de los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, los cuales NO SUPERAN el estándar peruano. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático.

Para el punto 2 (en laboratorio)

**Tabla 15.** Contraste de los parámetros físicos vs ECA categoría 4 – en laboratorio para el punto 2.

N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA – categoría 4	Contraste
1	Temperatura	°C	13.5	$\Delta 3$ (12°C)	No supera
2	Sólidos totales	mg/L	22.5	$\leq 100$	No supera
3	Conductividad eléctrica	$\mu\text{s/cm}$	1326	1000	Supera

En la tabla 15, se aprecia el contraste de los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales con el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático, los cuales NO SUPERAN el estándar peruano. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático.

## CONCLUSIONES

PRIMERA: Los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales se encuentran en un nivel de calidad apta para la conservación del ambiente acuático, sin embargo, el parámetro de conductividad eléctrica se encuentra en un nivel de calidad no apta para la conservación del ambiente acuático.

SEGUNDA: El resultado del parámetro de temperatura en el punto 1 fue de 13.0 °C y en el punto 2 fue de 13.5 °C en cuanto al monitoreo in situ, los resultados en laboratorio fueron de 13.7 °C y de 13.5 °C respectivamente. En cuanto al parámetro de sólidos totales en el punto 1 fue de 23 mg/L y de 22.5 mg/L en el punto 2 en el monitoreo in situ, y en el laboratorio los resultados fueron de 23.0 mg/L y 22.5 mg/L respectivamente, en cuanto al parámetro de conductividad eléctrica de los puntos 1 y 2 in situ fueron 1325  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y 1322  $\mu\text{s}/\text{cm}$ , y en el laboratorio los resultados fueron de 1328  $\mu\text{s}/\text{cm}$  y 1326  $\mu\text{s}/\text{cm}$  respectivamente.

TERCERA: Los parámetros físicos de temperatura y sólidos totales tanto in situ como en laboratorio en ambos puntos NO SUPERAN los niveles de ECA – categoría 4 para la conservación del ambiente acuático. Sin embargo, se aprecia que el parámetro de

conductividad eléctrica SUPERA el ECA - categoría 4 para la conservación del ambiente acuático.

### RECOMENDACIONES

A la Municipalidad de Caracoto, se recomienda hacer un seguimiento en el tiempo de calidad de las aguas del río Illpa, para el parámetro de conductividad eléctrica.

A las Autoridades, se recomienda hacer un estudio más detallado de la calidad del agua del río Illpa y caracterizar el área para identificar las fuentes de contaminación.

A las autoridades competentes, implementar el sistema de monitoreo en coordinación con el Ministerio del Ambiente, gobierno Regional, y Gobiernos locales, tanto las aguas subterráneas y superficiales.

A la Universidad Privada San Carlos, Realizar inventario de los principales componentes de los ecosistemas de la cuenca hidrográfica del río Illpa.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Aguirre, B. M. T. (2016). ESTUDIO FISICOQUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL RÍO CACRA, REGIÓN LIMA. 94.
- ANA. (2019). Autoridad Nacional del Agua—ANA. <https://www.gob.pe/ana>
- Baird, C. (2018). Química ambiental. 2 Ed. - Editorial Reverté S.A. [https://www.reverte.com/libro/quimica-ambiental-2-ed\\_89170/](https://www.reverte.com/libro/quimica-ambiental-2-ed_89170/)
- Barrenechea Martel, A. (2004). ASPECTOS FISICOQUÍMICOS DE LA CALIDAD DEL AGUA. 55.
- Condori, J. P. (2017). DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO ILAVE, ZONA URBANA DEL DISTRITO DE ILAVE, PUNO - 2016. 131.
- Cornejo Llano, C. D. (2019). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA PRESA LAGUNILLAS – SANTA LUCIA, 2018. 118.
- Durán, L. E. G. (2016). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE RÍOS DE COLOMBIA USANDO PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS. 20.
- Flores Paucar, L. A. (2017). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA POTABLE PARA CONSUMO HUMANO EN LOS DISTRITOS DE EL TAMBO, HUANCAYO Y CHILCA EN EL AÑO 2014. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4372>
- García, C. V., Vargas, R. R., & Casas, J. J. (2016). CONTROL Y VIGILANCIA DE LA CALIDAD DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO. 24.

Google maps, G. (2021). Ubicación.

Hasan, K. (2019). Water pollution in Bangladesh and its impact on public health. 23.

Ibañez Calderon, W. (2018). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN LAS LOCALIDADES DE PAYLLAS Y MIRAFLORES DEL DISTRITO DE UMACHIRI – MELGAR – PUNO.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/7938>

Martínez, E. C. (2017). Parámetros físico-químicos de las aguas del río Vinalopó afectadas por el tránsito en lecho natural o artificial. 33.

MINAM. (2013). LÍNEA BASE AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL LAGO TITICACA.  
<https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/Linea-Base-Ambiental-del-Lago-Titicaca.pdf>

MINSA. (2010). Reglamento de la calidad del agua para consumo humano.  
MINISTERIO DE SALUD.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

Poch, M. (2019). LAS CALIDADES DEL AGUA. casadellibro.  
<https://www.casadellibro.com/libro-las-calidades-del-agua/9788449700750/700054>

Rojas Deudor, O. M. (2018). EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DEL RÍO RAGRA AFLUENTE DEL RÍO SAN JUAN, PARA DETERMINAR LA CATEGORÍA DE SUS AGUAS – SIMÓN BOLÍVAR – PASCO – 2018. 87.

Severiche Sierra, C. A. (2013). Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros Físicoquímicos Básicos en Aguas. Biblioteca virtual de derecho, economía, ciencias sociales y tesis doctorales. <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/index.htm>

Tamani Aguirre, Y. H. (2014). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RÍO NEGRO EN LA PROVINCIA DE PADRE ABAD, AGUAYTÍA. [https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades\\_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf](https://www.unas.edu.pe/web/sites/default/files/web/archivos/actividades_academicas/PRACTICA%20FINAL%20PARA%20EMPASTAR.pdf)

Yana Neira, E. A. (2014). CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA EN EL RÍO TOROCOCHA DE LA CIUDAD DE JULIACA. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2402>

**ANEXOS**

Anexo N°1 EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS DE AGUA DEL RÍO ILLPA –

PUNO, 2021

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE SE INDICADOR	METODOLOGÍA
<p>¿Cuál será la calidad física y química del agua del río Illpa de acuerdo a los ECA – categoría 4, D.S. 004-2017-MI NAM?</p>	<p>Evaluar la calidad física del agua superficial del río Illpa.</p>	<p>La calidad física del agua superficial del río Illpa, no se encuentra dentro de los parámetros de la normativa nacional establecida para aguas destinadas para el consumo humano ECA - categoría 4.</p>	<p>Variable Independiente: Parámetros físicos</p> <p>Variable Dependiente: Calidad de las aguas superficial</p>	<p>Tipo De Investigación Descriptivo</p> <p>Diseño de investigación Descriptivo no experimental</p> <p>Área de estudio: Parte de la cuenca del río Illpa.</p> <p>Método: Se basarán en la RESOLUCIÓN JEFATURAL</p>

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	es del río Illpa	N°010-2016-ANA
¿Cuáles son los niveles de los parámetros físicos del agua superficial del río Illpa?	Determinar los parámetros físicos del agua superficial del río Illpa.	Los parámetros físicos del agua superficial del río Illpa tienen un valor de temperatura alto, sólidos totales alto y conductividad eléctrica elevada.		Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales.  Población y muestra  La población serán las aguas superficiales del río Illpa.  La muestra que se utilizará será instantáneo y puntual, instantáneo porque se recolectarán en el momento y puntual porque se tomará en 2 puntos representativos, en un determinado momento
¿Los niveles de los parámetros físicos superarán los ECA – categoría 4,	Contrastar los parámetros físicos del río Illpa con los ECA – categoría 4,	Los parámetros físicos del agua superficial del río Illpa, se encuentra por		

<b>para aguas superficiales?</b>	<b>para aguas superficiales.</b>	<b>encima de la normativa nacional establecida para la conservación del ambiente acuático - categoría 4.</b>		<b>Diseño estadístico</b>  <b>Se utilizará medias y desviación</b>  <b>Análisis de varianza (ANVA) conocido como ANOVA</b>
----------------------------------	----------------------------------	--	--	--

**Anexo N° 2 ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL, CONSERVACIÓN DEL MEDIO  
AMBIENTE ACUÁTICO CATEGORÍA 4 .**

**18** **NORMAS LEGALES** Miércoles 7 de junio de 2017 /  **El Peruano**

**Categoría 4: Conservación del ambiente acuático**

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>						
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 (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	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 <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH <sub>3</sub> )	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

**Figura 20.** Categoría 4 conservación del sistema acuático

**Anexo N°3 PANEL FOTOGRÁFICO DE LA TOMA DE MUESTRA DE LOS DOS PUNTOS**

**Figura 21.** Ubicación de los puntos de muestreo en la zona de estudio



**Figura 22.** Georreferenciación de los puntos de muestreo



**Figura 23.** Inicio de cadena de custodia



**Figura 24.** Toma de muestra