

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN  
LA ISLA CCAPI LOS UROS DEL LAGO TITICACA - PUNO**

**PRESENTADA POR EL BACHILLER:**

**CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS****FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESIS****EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO EN  
LA ISLA CCAPI LOS UROS DEL LAGO TITICACA - PUNO****PRESENTADO POR:****CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ****PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:****INGENIERO AMBIENTAL**

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:   
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO

:   
MSc. JORGE ARUHUANCA CARTAGENA

SEGUNDO MIEMBRO

:   
MSc. DANY EVANGELINA ALAVE CHATA

ASESOR DE TESIS

:   
Dr. LUIS ALBERTO SUPO QUISPE

Área: Ciencias Naturales

Disciplina: Oceanografía, Hidrografía y Recursos del Agua

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreo Ambientales, Ecosistemas Acuáticos

Puno, 20 diciembre del 2021.

## DEDICATORIA

**A Dios**, quien bendice mi vida en todo este tiempo, el que me dio las fuerzas para seguir adelante, él que con su infinito amor me ha dado la sabiduría suficiente para culminar mis metas.

**A mi papá Julio**, allá en el cielo donde se encuentra, en un mundo nuevo lleno de amor y de paz, de donde me cuida, protege e intercede a Dios por mí, todo hubiese sido diferente, te extraño papá.

**A mi Madre**, gracias mami por el apoyo que me has dado, los ánimos que me diste para terminar. Gracias por todo y también a la persona que me impulsó a ser cada día mejor.

**A mi familia**, por haberme apoyado en el tiempo de aprendizaje, por ayudarme a cumplir mi meta.

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Privada San Carlos, por su formación académica en sus aulas.

A los docentes de la Facultad de Ingenierías, de la Universidad Privada San Carlos de Puno, quienes compartieron sus conocimientos y experiencias para aplicarlos en la meta y los objetivos que estoy logrando.

A la Dra. Katia E. Andrade Linarez, por las enseñanzas desde el II al X semestre de estudios.

A la Dra. Sandra Butron Pinazo, por las enseñanzas y guías en mi formación.

Al Dr. Luis Alberto Supo Quispe por el apoyo y guía en la realización de mi tesis.

A la Lic. Sandra A. por todo el apoyo que me ha brindado...

A mis jurados, por el aporte a esta investigación

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTOS	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	9
INDICE DE ANEXOS	10
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	11
RESUMEN	12
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>15</b>
1.1.1. PROBLEMA GENERAL	16
1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	16
<b>1.2. ANTECEDENTES</b>	<b>16</b>
1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL	16
1.2.2. A NIVEL NACIONAL	17
1.2.3. A NIVEL LOCAL	18
<b>1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>20</b>
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20

### CAPÍTULO II

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

<b>2.1. MARCO TEÓRICO</b>	<b>21</b>
2.1.1. Agua	21
2.1.2. Calidad del agua	21
2.1.3. Indicadores de calidad del agua	22
2.1.4. Agua potable	22
2.1.5. Contaminación del Agua	23
2.1.5.1. Contaminantes Microbiológicos.	23
2.1.5.2. Contaminantes químicos	23
2.1.6. Control y vigilancia de la calidad de las aguas	23
2.1.7. Legislación vigente sobre agua	24
2.1.8. Constitución Política del Perú (1993)	24
2.1.9. Estándar de Calidad Ambiental (ECA)	24
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL</b>	<b>25</b>
2.2.1. Coliformes Totales	25
2.2.2. Coliformes fecales	25
2.2.3. Conductividad Eléctrica.	25
2.2.4. Cloruros	25
2.2.5. Color	26
2.2.6. Dureza	26
2.2.7. Nitratos	27
2.2.8. Oxígeno Disuelto(OD)	27
2.2.9. Olor	27
2.2.10. pH	27
2.2.11. Sólidos Disueltos Totales	28
2.2.12. Sulfatos	28
2.2.13. Turbiedad	28
2.2.14. Temperatura	29

<b>2.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>29</b>
2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL	29
2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	29

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

<b>3.1. ZONA DE ESTUDIO</b>	<b>30</b>
<b>3.2. TAMAÑO DE MUESTRA</b>	<b>32</b>
<b>3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS</b>	<b>33</b>
3.3.1. Método	33
3.3.2. Técnicas	33
3.3.3. Materiales y Equipos	33
<b>3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>35</b>
<b>3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO</b>	<b>35</b>
3.5.1. Tipo de investigación	35
3.5.2. Diseño de investigación	35

### **CAPÍTULO IV**

#### **EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

<b>4.1. Análisis de los Parámetros Físicos</b>	<b>36</b>
4.1.1. pH	36
4.1.2. Temperatura	38
4.1.3. Turbiedad	40
4.1.4. Conductividad Eléctrica	42
4.1.5. Sólidos Disueltos Totales	44
<b>4.2. Análisis de los Parámetros Químicos</b>	<b>46</b>
4.2.1. Cloruros	46
4.2.2. Sulfatos	48
4.2.3. Nitratos	50

4.2.4. Dureza	52
4.2.5. Oxígeno Disuelto	54
<b>4.3. Análisis de los Parámetros Biológicos</b>	<b>56</b>
4.3.1. Coliformes Totales	56
4.3.2. Coliformes Fecales	58
<b>4.4. Contrastación de las hipótesis</b>	<b>60</b>
<b>4.5. Contrastación de la Hipótesis Específica 1:</b>	<b>60</b>
<b>4.6. Contrastación de la Hipótesis Específica 2:</b>	<b>60</b>
<b>4.7. Contrastación de la Hipótesis Específica 3:</b>	<b>61</b>
<b>4.8. Contrastación de la Hipótesis General:</b>	<b>61</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>62</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>64</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>65</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>70</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Identificación de los puntos de muestreo	32
Tabla 02: Materiales	33
Tabla 03: Equipos	34
Tabla 04: Resultados de laboratorio del pH	36
Tabla 05: Media del pH	37
Tabla 06: Resultados de laboratorio de la Temperatura.	38
Tabla 07: Media de Temperatura	38
Tabla 08: Resultados de laboratorio de la Turbiedad	40
Tabla 09: Media de Turbiedad	40
Tabla 10: Resultados de laboratorio de la Conductividad Eléctrica	42
Tabla 11: Media de Conductividad Eléctrica	42
Tabla 12: Resultados de laboratorio de Sólidos Disueltos Totales	44
Tabla 13: Media de Sólidos Totales Disueltos	44
Tabla 14: Resultados de laboratorio de Cloruros	46
Tabla 15: Media de Cloruros.	46
Tabla 16: Resultados de laboratorio de Sulfatos	48
Tabla 17: Media de Sulfatos.	48
Tabla 18: Resultados de laboratorio de Nitratos	50
Tabla 19: Media de Nitratos.	50
Tabla 20: Resultados de laboratorio de Dureza	52
Tabla 21: Media de Dureza.	52
Tabla 22: Resultados de laboratorio de Oxígeno Disuelto	54
Tabla 23: Media de Oxígeno Disuelto.	54
Tabla 24: Resultados de laboratorio de los Coliformes Totales	56
Tabla 25: Media de Coliformes Totales.	56
Tabla 26: Resultados de laboratorio de los Coliformes Fecales	58

Tabla 27: Media de Coliformes Fecales.

58

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 01: Ubicación Satelital de la Isla Ccapi los Uros.	31
Figura 02: Resultados de laboratorio del pH	37
Figura 03: Resultados de laboratorio de la Temperatura.	39
Figura 04: Resultados de laboratorio de la Turbiedad	41
Figura 05: Resultados del laboratorio de Conductividad Eléctrica.	43
Figura 06: Resultados del laboratorio de Sólidos Disueltos Totales	45
Figura 07: Resultados de laboratorio de los Cloruros	47
Figura 08: Resultados de laboratorio de Sulfatos	49
Figura 09: Resultados de laboratorio de Nitratos	51
Figura 10: Resultados de laboratorio de los Dureza	53
Figura 11: Resultados de laboratorio de Oxígeno Disuelto.	55
Figura 12: Resultados de laboratorio de Coliformes Totales	57
Figura 13: Resultados de laboratorio de Coliformes Fecales.	59

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 01: Matriz de Consistencia	71
Anexo 02: Compromiso Ético	73
Anexo 03: Resolución Jefatural 010-2016-ANA(a)	74
Anexo 04: Resolución Jefatural 010-2016-ANA(b)	75
Anexo 05: Resultados de laboratorio de análisis fisicoquímicos setiembre 2021	76
Anexo 06: Resultados de laboratorio de análisis físico-químico noviembre 2021	77
Anexo 07: Resultados de laboratorio de análisis biológicos setiembre 2021	78
Anexo 08: Resultados de laboratorio de análisis biológicos noviembre 2021	79
Anexo 09: Resultados de laboratorio de análisis físico químicos octubre 2021	80
Anexo 10: Estándar de calidad de agua, Categoría 1	81
Anexo 11: Estándar de la calidad del agua, Categoría 1.(b)	82
Anexo 12: Toma de Muestras	83
Anexo 13: Elaborando la Ficha de Registro	83
Anexo 14: Muestra con tiras de prueba.	84
Anexo 15: Comparación de las tiras de muestreo	84
Anexo 16: Observando las tiras de muestreo.	85
Anexo 17: Etiquetado de la muestra.	85
Anexo 18: Equipo Ultrameter II.	86
Anexo 19: Análisis con las tiras de Muestreo.	87
Anexo 20: Traslado de muestras al laboratorio.	87
Anexo 21: Toma de muestras.	88
Anexo 22: Analizando la tira de muestreo del parámetro de pH.	88
Anexo 23: Georreferenciación con GPS GARMIN 64	89
Anexo 24: Describiendo los Factores Climáticos.	89
Anexo 23: Vista de las Aguas de la Isla Ccapi los Uros.	90

## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

**CE:** Conductividad Eléctrica.

**ECA:** Estándar de Calidad Ambiental.

**LMP:** Límite Máximo Permisible

**NTU:** Unidades Nefelométricas de Turbidez.

**NMP/100 ml:** Número más probable por 100 mililitros.

**mg/L:** Miligramos por Litro

**pH:** Potencial Hidrógeno.

**ppm:** Partes por millón

**TDS:** Sólidos Disueltos Totales

**µS/cm:** Microsiemens por centímetro.

## RESUMEN

La presente investigación titulada “Evaluación de la Calidad de Agua para Consumo Humano de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno, tuvo como objetivo principal, evaluar la calidad de agua para consumo humano en la población de la isla Ccapi los Uros; agua que consumen sin ningún tipo de tratamiento. La metodología consistió en la toma de 06 muestras (parámetros físicos, químicos y biológicos) de agua en el punto de captación. Estas muestras se realizaron 3 veces durante 2 meses, con análisis de agua en el laboratorio de la facultad de ciencias agrarias y la facultad de ciencias biológicas de la UNA - PUNO, los datos fueron procesados mediante el software estadístico SPSS. Los resultados fueron: el pH 8.3, Temperatura 15.4°C, Turbiedad 4.7 NTU, Conductividad Eléctrica 1532  $\mu$ S/cm, TDS 980 mg/L; Cloruros 289.00 mg/L, Sulfatos 283 mg/L; Nitratos 0,035 mg/L; Dureza 383 mg/L; Oxígeno Disuelto 5.98 mg/L, Coliformes totales 180 NMP/100 ml y Coliformes Fecales 68 NMP/100ml. A partir de los resultados se concluyó que el agua de la Isla Ccapi los Uros no es apta para consumo humano y es un riesgo para la salud, porque los parámetros de conductividad eléctrica, cloruros, sulfatos, coliformes totales y fecales exceden los estándares de calidad ambiental del agua según decreto supremo N° 004 - 2017 - MINAN.

**Palabras claves:** Agua, Bacteriológicos, Calidad, Coliformes, Parámetros.

### ABSTRACT

This research entitled "Evaluation of the Quality of Water for Human Consumption of the Ccapi los Uros Island of Lake Titicaca - Puno, had as its main objective, to evaluate the quality of water for human consumption in the population of the Ccapi los Uros Island; water they consume without any type of treatment. The methodology consisted of taking 06 samples (physical, chemical and biological parameters) of water at the catchment point. These samples were carried out 3 times during 2 months, with water analysis in the laboratory of the Faculty of Agricultural Sciences and the Faculty of Biological Sciences of UNA - PUNO, the data were processed using the statistical software SPSS. The results were: pH 8.3, Temperature 15.4 ° C, Turbidity 4.7 NTU, Electrical Conductivity 1532  $\mu$ S / cm, TDS 980 mg / L; Chlorides 289.00 mg / L, Sulfates 283 mg / L; Nitrates 0.035 mg / L; Hardness 383 mg / L; Dissolved Oxygen 5.98 mg / L, Total Coliforms 180 MPN / 100 ml and Fecal Coliforms 68 MPN / 100 ml. From the results, it was concluded that the water from Ccapi los Uros Island is not suitable for human consumption and is a health risk, because the parameters of electrical conductivity, chlorides, sulfates, total and fecal coliforms exceed quality standards. water environment according to supreme decree N° 004 - 2017- MINAN.

**Keywords:** Water, Bacteriological, Quality, Coliforms, Parameters.

## INTRODUCCIÓN

El agua es fundamental para la vida en la tierra, para que los humanos y los ecosistemas puedan consumir, esa agua debe de estar y permanecer limpia, y más importante aún, debe estar al alcance de todos. (Bamus & Bertran, 2005).

La calidad del agua potable es un tema de sumo interés universal, es considerado como esencial para la vida de todos los seres vivos y todas las personas deberían de disponer de un suministro satisfactorio para su consumo.(OMS, 2011).

En el Lago Titicaca existen innumerables islas, una de ellas es Ccapi los Uros, con una población de 400 habitantes, presentan enfermedades gastrointestinales por el consumo del agua sin ningún tipo de tratamiento.

Según estudios realizados como: Ocola & Laqui (2017) concluyó que “encontró 1679.12 bacterias coliformes totales, y Coliformes Fecales 1033.48 NMP/100 mL, superando el límite máximo permisible”, y Chambi (2015) menciona que “los resultados obtenidos fueron 14.84 UFC/ml de coliformes totales y E.coli NMP/100 ml de agua de pozos, determinando que el agua no es apta para consumo humano”.

Como hipótesis general se planteó que, la calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca, no es apta para consumo humano, debido a la alta concentración de contaminantes de origen doméstico e industrial.

El presente trabajo consta de cuatro (4) capítulos, donde:

- En el capítulo I: Detallo el planteamiento del problema, antecedentes y objetivos de la investigación.
- En el capítulo II: Se detalla el marco teórico y conceptual de las dos variables del presente trabajo.
- En el capítulo III: Detallo lo que es la metodología de la investigación.
- En el capítulo IV: Análisis de los resultados, conclusiones y recomendaciones.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El agua contaminada es una de las causas más comunes de enfermedades y de muerte que afectan principalmente a los pobres en los países en desarrollo. Las enfermedades transmitidas por el agua que originan enfermedades gastrointestinales (incluyendo la diarrea) son causadas por beber agua contaminada (UNESCO, 2003).

El lago Titicaca tiene una superficie de 8300 km<sup>2</sup>, ubicado en el distrito de Puno, el sector peruano está incluido en la lista de humedales de importancia internacional (Moreno et al., 2018).

El lago más alto y navegable del mundo, conlleva a que cada día esté contaminado por las diferentes actividades que realiza el ser humano, como las actividades de la minera, agropecuaria, residuos sólidos por medio de lixiviados y otras formas de contaminantes. La isla Ccapi los Uros, se encuentra ubicado a 2 horas del puerto muelle del distrito de Puno, donde viven 400 personas, no tienen servicios básicos de saneamiento, lo que implica que el agua está contaminada por aguas residuales que generan, también los residuos sólidos y los ríos contaminados que descargan al Lago Titicaca.

Los niños y los pobladores hacen uso de las aguas del lago Titicaca para consumo humano, como también para lavar sus vestimentas, menaje y demás enseres. Es por ello la necesidad de evaluar la calidad de agua que consumen, y proponer alternativas de

mitigación a la contaminación y el cuidado de su salud, donde los niños y las personas de la tercera edad son los más propensos a las enfermedades que causan las aguas contaminadas.

#### **1.1.1. PROBLEMA GENERAL**

**PG:** ¿Cómo es la calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?

#### **1.1.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

**PE1:** ¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos (pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor, Color) que exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?

**PE2:** ¿Cuáles son los valores de los parámetros químicos (Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza total, Oxígeno disuelto) que exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?

**PE3:** ¿Cuáles son los valores de los parámetros biológicos (Coliformes totales y Termotolerantes) que exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?

### **1.2. ANTECEDENTES**

#### **1.2.1. A NIVEL INTERNACIONAL**

Según Almanza (2015), en su investigación. "Índices de calidad del agua y vulnerabilidad de San Luis Potosí", concluyó que la calidad del agua para consumo humano en el acuífero colgado considero la NORMA-127-SSA1-1994; donde obtuvo características fuera de los límites permisibles como lo son microorganismos coliformes totales y fecales. Mientras que para el acuífero profundo el flúor y el pH rebasa los límites permisibles para esta norma.

Según Mejía (2005), en su investigación “Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo - Honduras”, concluyó que: los tipos de contaminación que influyen en la calidad del agua son Bacteriológica y el aumento de la turbidez, la contaminación por coliformes fecales se está desarrollando debido al fecalismo al aire libre existe el 40% de las viviendas no poseen letrinas que contribuyen a la proliferación de bacterias causantes de muchas enfermedades.

Según Gudiel (1996), en su investigación “Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen al municipio de Santa Catarina Pinula—Guatemala”, concluyó que: el agua no era apta para consumo humano, por la alta concentración de contaminantes químicos, recomendando que debiera diseñarse un plan municipal de mantenimiento preventivo y correctivo del sistema de captación y distribución de agua potable que incluya procesos de tratamiento.

### **1.2.2. A NIVEL NACIONAL**

Según Sotil & Flores (2016), en su investigación “Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán - Loreto”, sus resultados fueron: temperatura 26.70 °C, transparencia 93.78 cm, conductividad 16.77  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , TDS 9.36 mg/L, pH 7.05, oxígeno disuelto 6.57 mg/L, dióxido de carbono 4.14 mg/L, alcalinidad total 21.20 mg/L, coliformes totales 4.66 UFC/100mL, coliformes fecales 1.66 UFC/100 mL, cloruros 15.13 mg/L, dureza total 22.82 mg/L, dureza de calcio 14.83 mg/L, dureza de magnesio 7.98 mg/L, A/G 1.29mg/L, Considerándose, que los cuerpos de agua, del río Mazán, se encuentran libres de contaminación y están dentro de los límites máximos permisibles.

Según Galindo (2013), en su investigación “Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano de cuatro comunidades nativas del Distrito de Constitución - Oxapampa - Pasco”, concluye que no existe un mayor interés de las autoridades en el

mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano, muchos países se han visto motivados a ejecutar programas de vigilancia y control de la calidad del agua de consumo humano como parte de las intervenciones de salud ambiental para prevenir la transmisión de las enfermedades del tipo gastrointestinal incluyendo el cólera.

Según Cutimbo (2012), en su tesis “Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y los Palos - Tacna, concluye que: de los 46 pozos muestreados, se encontraron Bacterias Heterotróficas 2%, Coliformes Totales 54% y Coliformes Termotolerantes 11% y además 21 pozos (46%) se encontraron bacteriológicamente aptos para el consumo humano, y 25 pozos (54%) no aptos.

### **1.2.3. A NIVEL LOCAL**

Según ANA (2017). En su investigación “Fuentes Contaminantes en la Cuenca del Lago Titicaca”, mencionó que: Las principales fuentes de contaminación del agua en el ámbito de la cuenca del lago Titicaca son el vertimiento directo e indirecto de aguas residuales municipales y domésticas, inadecuadamente tratadas, lo que representa el 95,3 % respecto del total proyectado; el vertimiento de aguas residuales industriales; aguas residuales de origen minero; aguas procedentes de pasivos ambientales mineros; aguas termales utilizadas en recreación, y las 132 654 TM/año de basura, que son depositadas en botaderos municipales a cielo abierto, expuestos a la lluvia.

Según Calsin (2016), en su tesis “Calidad físico, química y bacteriológica de aguas subterránea de consumo humano en el sector de Taparachi III de la Ciudad de Juliaca”, los resultados fueron: temperatura 14.49 °C – 14.52°C; TDS 785.03 – 509.82mg/L; conductividad eléctrica 1636.25 – 1082.18  $\mu$ S/cm; turbiedad 2.15 – 3.09 NTU; sulfatos 324.00 - 226.18mg/l; Cloruros 206.50 – 134.31mg/l; Dureza total 628.91 – 438.91mg/l; Coliformes totales 628.91 – 438.91 UFC/100ml; Coliformes fecales 107.22- 27.79 UFC/ml. concluyendo que no son aptas para consumo humano.

Según Callata (2015), en su estudio realizado "Monitoreo y evaluación del cuerpo de agua de la bahía interior de Puno - Lago Titicaca" los resultados fueron: temperatura 13 °C - 15.60 °C; transparencia 0.81; conductividad eléctrica 1901  $\mu$ S/cm; turbiedad 7 a 43 NTU, tienen altos contenidos de materia en suspensión; pH 8.65 a 9.63, la Bahía interior de Puno contiene aguas con pH alcalino. El oxígeno disuelto 2.10 a 3.28 mg/l; TDS 908 y 953 mg/l; Fosfatos 0.333 - 0.289 mg/l; Nitratos 1.052 - 2.085 mg/l; Coliformes fecales 2900 NMP/100ml, estas aguas tienen bastantes descargas de aguas residuales con materia fecal, por lo que no son aptas para la vida acuática ni recreación con los valores mínimos hacia las cercanías de Isla Espinar, se ha identificado que la zona más crítica en la bahía interior de Puno corresponde a las zonas más cercanas a la Isla Espinar y Muelle de Puno.

Según Chambi (2015), en su tesis "Determinación de bacterias Coliformes y E. Coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche - Ananea - Puno", menciona que la mayor contaminación es en piletas con 70 % de contaminación; pozos el 54 % y acequias refleja 40 %. Y el NMP de coliformes y Escherichia coli, fue superior en pozos determinando que las aguas de pozos, acequias y pileta que, son fuentes de abastecimiento de agua de consumo de los pobladores de Trapiche, no son aptas para consumo humano. Mientras que el agua de pozo y potable consumida en los mercados de la unión y dignidad, bellavista, central y Laykakota de la ciudad de Puno, coliformes totales fueron de 827.25 NMP/100ml y los coliformes Fecales fue de 111 NMP/100ml y E.coli de 164 NMP/100ml.

### 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

#### 1.3.1. OBJETIVO GENERAL

**OG:** Evaluar la calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

#### 1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

**OE1:** Determinar los parámetros físicos (pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor, Color) del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.

**OE2:** Determinar los parámetros químicos (Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza, Oxígeno disuelto) del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.

**OE3:** Determinar los parámetros biológicos (Coliformes totales y Termotolerantes) del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1. MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 Agua

Es una necesidad vital que influye de forma directa en la salud. La calidad del agua de consumo humano se ha relacionado con diversas enfermedades, se debe a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de saneamiento. La Organización Mundial de la Salud (OMS) señala que 2,9 millones de personas mueren cada año por estas causas. Siendo menores de edad los más afectados, ya que el 90 % de las muertes ocurre en niños menores de cinco años, casi siempre residentes en países en desarrollo. (Guzmán et al., 2015).

##### 2.1.2. Calidad del agua

La calidad del agua tiene consecuencias directas en la salud humana, situación que se torna más grave por la demanda creciente. El agua potable es necesaria para la vida, para la salud y para una existencia productiva. La salud humana depende no sólo de la cantidad de agua suministrada. (Fernández, 2012).

Se define en relación a las características físicas, químicas o biológicas; también como valores de aprobación o de percusión. La calidad fisicoquímica y biológica del agua; se basa en la investigación de compuestos que pueden perturbar a la salud de todo ser vivo en cortos o largos periodos.(Rojas, 2002).

El agua constituye una parte importante de todo ecosistema, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Una reducción del agua disponible ya sea en la cantidad, en la calidad o en ambas, provoca efectos negativos graves sobre los ecosistemas. El medio ambiente tiene una capacidad natural de absorción y de autolimpieza. Sin embargo, si se sobrepasa, la biodiversidad se pierde, los medios de subsistencia disminuyen, las fuentes naturales de alimentos (por ejemplo, los peces) se deterioran y se generan costos de limpieza extremadamente elevados. (WWAP, 2000)

### **2.1.3. Indicadores de calidad del agua**

En relación con las características bacteriológicas, los indicadores comúnmente considerados son los coliformes totales y los coliformes fecales, o la presencia de otros microorganismos dañinos (transmisores de enfermedades) en las aguas (Aquino, 2017).

Al existir coliformes, bacterias y/o agentes químicos en el agua, no es apta para consumo humano, por consiguiente el agua está contaminada y debe de ser tratada, evitando muchas enfermedades gastrointestinales e infecciosas.

### **2.1.4. Agua potable**

El agua potable, también llamada agua para consumo humano, es la que llega al ser humano y puede disponer de forma segura para beber, preparar alimentos y efectuar la limpieza personal. (Sunass, 2004); sin embargo, el agua debe de estar limpia o pura, sin contaminantes para el consumo humano; esto implica realizar un tratamiento desde la captación hasta el usuario.

El agua para consumo humano, no debe contener agentes patógenos que puedan afectar la salud. Específicamente, los coliformes termotolerantes y *Escherichia coli* no deben estar presentes en 100 mL de muestra. El agua debe mantenerse pura mediante tratamientos específicos, hasta llegar al consumidor. (CEPIS/OPS, 2004).

### **2.1.5. Contaminación del Agua**

Las heces de los hombres y/o animales siguen siendo factores de riesgo para la contaminación del agua; provocando diversas enfermedades en la salud de la población es muy importante la prevención y control sanitario, el derecho a tener agua limpia, pura y accesible para el consumo humano es una necesidad muy importante. (Aurazo, 2004)

La contaminación antropogénica causada por las diferentes actividades que realiza el hombre, trae como consecuencias: la pérdida de ecosistemas y hábitat, muerte de especies, y enfermedades gastrointestinales.

En el lago Titicaca se vierten diferentes contaminantes como son: los pesticidas, agroquímicos, aguas residuales, residuos sólidos, aceites, grasas, relaves mineros, etc.; trayendo consecuencias graves para el medioambiente y la salud.

#### **2.1.5.1. Contaminantes Microbiológicos.**

Los contaminantes biológicos, enfermedades se transmiten principalmente a través de las excretas de seres humanos y animales, si el agua es utilizada para beber y preparar alimentos estando contaminada, produce enfermedades infecciosas; la OMS señala que el riesgo más común que lleva consigo el agua potable son las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus, protozoarios y helmintos. (Sunass, 2004)

#### **2.1.5.2. Contaminantes químicos**

### **2.1.6. Control y vigilancia de la calidad de las aguas**

La calidad microbiológica del agua de consumo humano es de gran importancia por el cual es considerado como un indicador bacteriano a los coliformes totales y fecales el cual se debe de dar prioridad dentro de las políticas de abastecimiento de agua; la calidad del agua para consumo humano tiene incidencia en la salud de las personas, porque sirve como vehículo de muchos microorganismos de origen gastrointestinal y que son patógenos para el hombre, y que están presentes en el agua como bacterias, virus y en menor cuantía a los parásitos. (OMS, 2006)

### **2.1.7. Legislación vigente sobre agua**

Los lineamientos de políticas relevantes para la ejecución del trabajo de campo se presentan a continuación:

### **2.1.8. Constitución Política del Perú (1993)**

La Constitución Política del Perú constituye, dentro del ordenamiento jurídico, la norma legal de mayor jerarquía e importancia dentro del Estado Peruano. En ella se resaltan los derechos fundamentales de la persona humana, como son el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida.

El reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población

El reglamento y las normas sanitarias complementarias que dicte el Ministerio de Salud son de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada, dentro del territorio nacional, tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo. (MINSAL, 2011)

### **2.1.9. Estándar de Calidad Ambiental (ECA)**

Es un instrumento de gestión ambiental que se establece para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional. El ECA establece los niveles de concentración de elementos o sustancias presentes en el ambiente que no representan riesgos para la salud y el ambiente. El ECA para Agua regula 104 parámetros, entre los que se encuentran elementos microbiológicos y fisicoquímicos.(MINAN, 2019).

El ECA del agua se mide en los cuerpos receptores, mientras que los límites máximos permisibles(LMP) se realizan en los puntos de emisión y vertimientos.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. Coliformes Totales**

La denominación de los coliformes totales son bacterias que tienen características aeróbicas y anaeróbicas gram negativas no esporuladas de forma alargada que se desarrollan en colonias y son de rojo brillante metálico en un medio tipo Endo, tengan lactosa tras una incubación de 24 horas a 35 C° que son indicadores de la calidad de agua para consumo humano. (Flores, 2016)

### **2.2.2. Coliformes fecales**

Los coliformes fecales también denominados coliformes Termotolerantes llamados así por que soportan temperaturas elevadas hasta los 45°C que son un grupo de microorganismos muy reducidos indicadores también de la calidad de agua ya que estas bacterias son de origen fecal y el cual encontramos a la E.coli. (Hernandez, 2008).

### **2.2.3. Conductividad Eléctrica.**

Expresa salinidad, presencia considerable de sales en las aguas y que afecta la vida acuática; muchas de estas sales disueltas son compuestas que producen partículas eléctricamente cargadas (iones). Este indicador resultó aceptable, por lo que no existen evidencias de niveles de salinización de las aguas. (Mejia, 2005)

### **2.2.4. Cloruros**

El ion cloruro (Cl-) es uno de los aniones inorgánicos principales en el agua natural y residual. La determinación de este parámetro es importante cuando se tiene un conocimiento en el agua de un abastecimiento, ya que cuando el agua aparece contaminada estos tienden a estar en exceso. Este puede ser indicio de contaminación por excretas humanas, o particularmente por la orina, que contiene cloruros en proporción aproximada a la consumida en la alimentación. (Cava, 2016).

El sabor salado del agua, producido por los cloruros es variable y producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250 ppm de concentración de 250 ppm de NaCl.(García, 2015)

#### **2.2.5. Color**

El color es un parámetro que a simple vista puede indicar la calidad del agua, si esta está pura o limpia. El color está asociado a los sólidos en suspensión y a la turbidez del agua. Las aguas superficiales pueden parecer coloreadas debido a la presencia de materia en suspensión, cuando en realidad el agua no tiene color. El material colorante resulta del contacto con detritus orgánicos como hojas, agujas de coníferas y madera, en diversos estados de descomposición, formado por una considerable variedad de extractos vegetales.(DIGESA, 2000)

#### **2.2.6. Dureza**

La Dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio, La dureza es indeseable en algunos procesos, tales como el lavado doméstico e industrial, provocando que se consuma más jabón, al producirse sales insolubles.(García, 2015).

El agua subterránea al estar en contacto con la formaciones geológicas geológicas carbonatadas aumentan las concentraciones de dureza, el consumo de estas aguas tienen problemas para la salud de los consumidores a partir de concentraciones por encima de los 250 mg/de ( $\text{CaCo}_3$ ) trae como consecuencia la acumulación de carbonatos de calcio en las paredes de las tuberías obstruyendo el paso de los fluidos, así mismo en los calentadores de agua o lavaplatos, la dureza en el agua presente puede variar dependiendo a la zona y son aceptables de acuerdo a las normas establecidas según los estándares de calidad para el agua de consumo humano.(OMS, 2006).

### 2.2.7. Nitratos

Los nitratos se producen de forma natural. Todos los acuíferos aluviales y subterráneos contienen nitrógeno-nitrato. Sin embargo, el nitrato se acumula en las cuencas hidrográficas agrícolas donde los agricultores esparcen fertilizantes inorgánicos y abono animal en las tierras de cultivo. El nitrógeno que no es absorbido por los cultivos puede filtrarse a través del suelo al agua subterránea, y luego fluir a áreas de recarga en pozos y lagos.(PSE, 2020).

### 2.2.8. Oxígeno Disuelto(OD)

Es la cantidad de oxígeno gaseoso que está disuelto en el agua. El oxígeno es fundamental para la vida de los peces, plantas, algas y otros organismos; por eso, se ha considerado como un indicador de la capacidad para mantener la vida acuática. La concentración de este elemento es resultado del oxígeno que entra en el sistema y el que se consume por los organismos vivos. La entrada de oxígeno puede estar provocada por muchas fuentes, pero la principal es el oxígeno absorbido de la atmósfera. (State White Board, 2015)

### 2.2.9. Olor

El agua pura no produce sensaciones olfativas. El olor en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o contenido. Esta propiedad tiene un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes. Además de estos aromas típicos, existen otras fragancias que tipifican un origen en particular, pero que son menos frecuentes en los estudios de calidad de aguas. Por ejemplo, las aguas residuales de industrias vinícolas, cerveceras, lecheras y de empresas relacionadas con la explotación o procesamiento del petróleo, tienen olores distintivos que son fácil y rápidamente perceptibles y que deben registrarse en las libretas de campo.(DIGESA, 2000)

### **2.2.10. pH**

Expresa el grado de acidez o alcalinidad de una solución. De 0 a 7 se dice que la solución es ácida, de 7 a 14 se dice que la solución es básica. No tiene unidad (Buelta & Martinez, 2015), y para un pH de 7 representa alcalinidad y lo contrario indica acidez. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial. Los límites máximos permisibles aceptables son 6,5 – 8,5 grados y límites máximos permisibles son 6,5 – 9,2 grados. (Cava, 2016).

### **2.2.11. Sólidos Disueltos Totales**

Los sólidos disueltos totales están asociados a los sólidos en suspensión que son productos de la erosión de los suelos, detritus orgánico y plancton los sólidos suspendidos, tales como limo, arena y virus, generalmente responsables de impurezas visibles. La materia suspendida consiste en partículas muy pequeñas, que no se pueden quitar por medio de deposición pueden ser identificadas con la descripción de características visibles del agua, incluyendo turbidez, claridad, sabor, color y olor del agua. (DIGESA, 2000)

### **2.2.12. Sulfatos**

Los compuestos de sulfatos es la oxidación del mineral del sulfito ocasionado por la disolución del agua al percolar las aguas superficiales hacia las aguas subterráneas a través de las formaciones rocosas; las concentraciones mayores a los 1600 mg/l de sulfatos produce diarrea en los animales para el hombre tiene efecto laxante al consumir concentraciones de 1000 a 1200 mg/l. (Severiche & Gonzales, 2012)

### **2.2.13. Turbiedad**

Es un parámetro habitualmente usado en aguas naturales como indicador de la presencia de sólidos, especialmente coloidales. Proveniente de la erosión y transporte de materia coloidal (arcilla, fragmentos de roca, sustancias del lecho, etc.) por parte de los ríos en su

recorrido, de los aportes de fibras vegetales y de los aportes de aguas residuales domésticas o industriales que puedan recibir el lago. (Fernández, 2012)

A mayor penetración de la luz solar en la columna de agua, es menor la cantidad de sólidos o partículas en suspensión en la columna de agua y viceversa. (Casilla, 2014).

#### **2.2.14. Temperatura**

La temperatura es una condición ambiental importante, citada en diversos estudios relacionados con el monitoreo de la calidad de las aguas. Es la medida de la intensidad del calor, este parámetro influye en algunas propiedades del agua (densidad, viscosidad, oxígeno disuelto). (Sperling, 2005)

### **2.3. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN**

#### **2.3.1. HIPÓTESIS GENERAL**

**HG:** La calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno, no es apta para consumo humano debido a la alta concentración de contaminantes de origen doméstico e industrial.

#### **2.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

**HE1:** Los parámetros físicos como son: pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor y Color exceden los niveles permisibles del ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.

**HE2:** Los parámetros químicos como son: Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza y Oxígeno Disuelto exceden los niveles permisibles de los ECAS de las aguas que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

**HE3:** Los parámetros biológicos como son: Coliformes totales y Termotolerantes se encuentran presentes en el agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

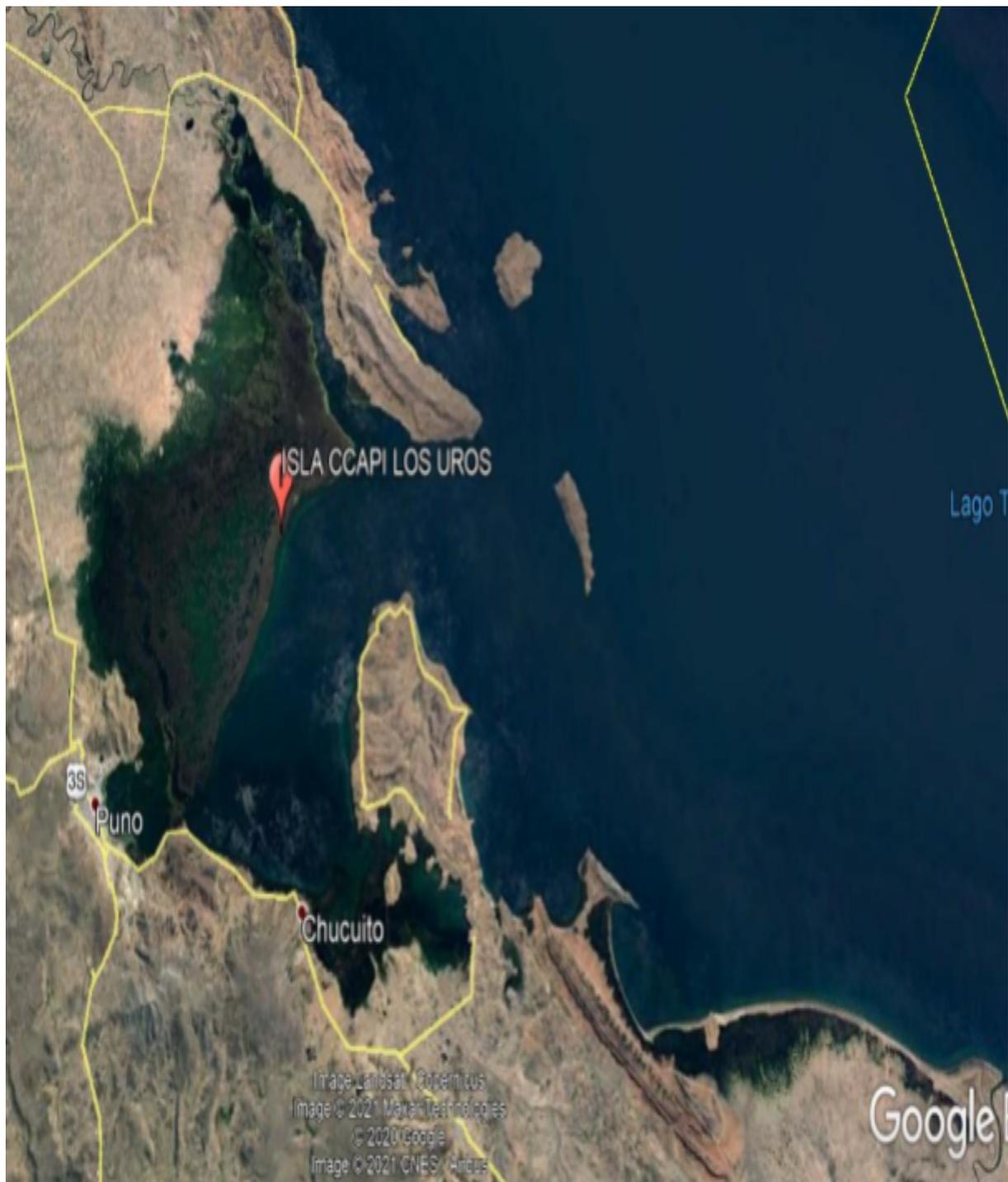
## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

La presente investigación se desarrolló en la Isla Ccapi los Uros ubicado en el lado peruano del lago Titicaca en la meseta del Collao, a 90 km del Puerto de la ciudad de Puno. La isla Ccapi los Uros se encuentra al oeste del lago Titicaca, y al noreste de Puno, tiene una altitud aproximadamente de 3810 msnm.

El clima presenta fuertes vientos y el riesgo de inundarse en las épocas de lluvia por consecuencia del aumento de las aguas del lago Titicaca. La población de la isla Ccapi los Uros es probablemente la última comunidad Aymara del Lago Titicaca de caza y de pesca. Su particularidad, tal vez única en toda la región del Lago, no dispone de ninguna tierra agraria. Sus miembros se constituyen en grupos familiares que viven en un aislamiento relativo, cada uno en su propia isla. A diferencia de sus semejantes de tierra adentro, no poseen ganado ni campos cultivados. Siguen practicando una economía de subsistencia, realizando a veces trueques con sus vecinos de Capachica y algunas veces a la ciudad de Puno, a fin de vender sus pocos productos provenientes en su mayoría de la pesca. Sin embargo, los productos de esta pesca artesanal se agotan cada año más con la desaparición de los peces por causa de la contaminación de las aguas, la sobrepesca cada vez más significativa, y de un cambio de las condiciones hidrobiológicas del agua del lago Titicaca.



**Figura 01:** Ubicación Satelital de la Isla Ccapi los Uros.

**Fuente:** Google Maps

### 3.2 TAMAÑO DE MUESTRA

Se consideraron seis (06) muestras de agua en total, tres (03) muestras en el punto de captación (para parámetros físicos, químicos y biológicos). Estas muestras se realizaron 3 veces durante 2 meses (16 de Setiembre, 10 de Octubre y 2 de Noviembre) y luego fue llevado al **laboratorio de la facultad de ciencias agrarias y la facultad de ciencias biológicas de la UNA - Puno**

**Tabla 01:** Identificación de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Lugar	Coordenadas UTM (19S)
Punto 1	Punto de Captación a la	
	altura de I. E. Inicial	<b>404801</b>
	A 20 metros de la orilla de la Isla Ccapi los Uros	<b>8258297</b>
Punto 2	Punto de Captación a la	
	altura de I. E. Primaria	<b>404756</b>
	A 20 metros de la orilla de la Isla Ccapi los Uros	<b>8258248</b>
Punto 3	Punto de Captación a la	
	altura de I. E. Secundaria	<b>404667</b>
	A 20 metros de la orilla de la Isla Ccapi los Uros	<b>8258168</b>

### 3.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS

#### 3.3.1 Método

Para el muestreo en la presente investigación se tomó como referencia el reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (DS N° 031-2010-SA.) y el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (R.J. 010-2016-ANA) con análisis de laboratorio de aguas y suelo (facultad de Ciencias Agrarias) y ecología acuática (facultad de Biología), UNA – PUNO y compararlos con los Estándares de Calidad de Agua para consumo humano según el Decreto Supremo 004-2017- MINAN.

#### 3.3.2 Técnicas

Para la obtención de datos, se procedió a las siguientes técnicas:

- Elaboración de la ficha de registro.
- Identificación del punto de muestreo de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca, según los criterios que establece el protocolo de monitoreo (Accesibilidad, representatividad e importancia).
- Determinación de las coordenadas del punto de muestreo con el GPS GARMIN 64SX.
- Identificación de los factores ambientales.
- Toma de muestras para el laboratorio para su análisis físicos, químicos y bacteriológicos.

#### 3.3.3. Materiales y Equipos

**Tabla 02:** Materiales

Materiales	Cantidad
Recipiente para la muestra	01
Libreta de Campo	02

Frascos de vidrio transparente de 500 ml	03
Agua destilada 1L	01
Papel toalla	01
Cinta masking	01
Chaleco, casaca y/o impermeable	01
Botas y/o zapatos de seguridad	01
Gorro o casco	01
Lentes de protección	01
Guantes de látex	10
Mascarilla	03
Alcohol	01
Metro	01
Protector facial	01

**Tabla 03:** Equipos

Equipos	Cantidad
Laptop portátil	01
Cámara digital	01
GPS GARMIN 64SX	01
Ultrameter II 6 PFC	01
Grabadora	01
USB	01

### 3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

**Variable de estudio:** Calidad del agua

### 3.5 MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

#### 3.5.1 Tipo de investigación

Este trabajo es de enfoque cuantitativo ya que los resultados que se obtuvieron son de estudios descriptivos, se usa la recolección de datos y se analizan estos. Se tiene la meta de describir, comprender e interpretar todos los datos recabados, y se usa la lógica inductiva. Con el enfoque cuantitativo, se está buscando comprender la calidad del agua en la Isla Ccapi los Uros – Puno.

#### 3.5.2 Diseño de investigación

El diseño de investigación es de tipo no experimental porque no se ha manipulado o estimulado alguna variable, y ha sido longitudinal porque se analizó cambios de las muestras a través del tiempo de duración de 2 meses. La muestra es no probabilística porque la elección de la muestra es por la característica de la investigación que se ha realizado: como la realización de análisis físicos, químicos y bacteriológicos del agua utilizada para consumo humano en la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca Puno.

## CAPÍTULO IV

## EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

## 4.1. Análisis de los Parámetros Físicos

Los resultados obtenidos de las muestras realizadas en el laboratorio de aguas y suelos de la facultad de ciencias agrarias y la facultad de ciencias biológicas de la UNA - PUNO, fueron los siguientes:

## 4.1.1. pH

**Tabla 04:** Resultados de laboratorio del pH

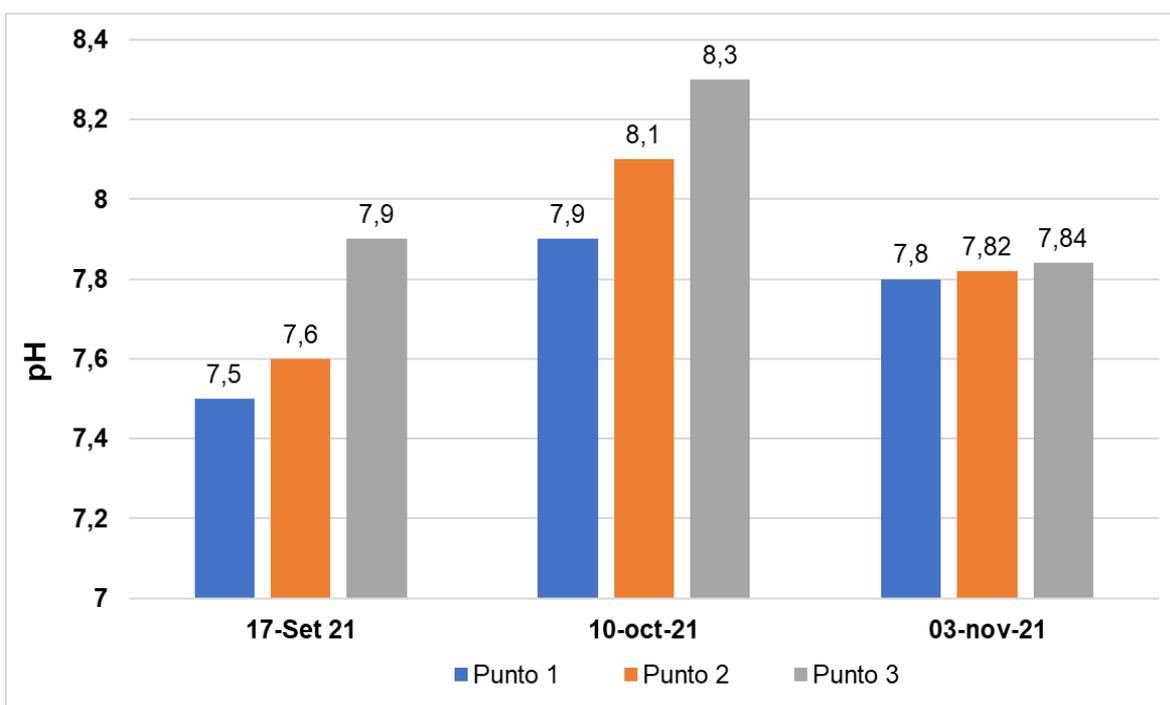
Puntos de muestreo	pH		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	7.5	7.9	7.8
Punto 2	7.6	8.1	7.82
Punto 3	7.9	8.3	7.84

En la Tabla 04 y Figura 02 (ver Anexo 6 y 9) se pueden observar los resultados de pH obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 8,3 que pertenece al Punto 3 en el mes de Octubre, y el valor mínimo es 7,5 que pertenece al Punto 1 del mes de Setiembre.

**Tabla 05:** Media del pH

pH			
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	7,733	7,840	8,013

En la Tabla 05 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 3 con 8,013; el mínimo es de 7,733 en el Punto 1; y el Punto 2 obtuvo un promedio de 7,840. Estos 3 promedios obtenidos implican que el pH está dentro de los niveles permitidos de 6,5 a 8,5 con respecto al ECA de AGUA.



**Figura 02:** Resultados de laboratorio del pH

El potencial de hidrógeno es de vital importancia para indicar la calidad del agua. En el punto 3 en el mes de Octubre se obtuvo como valor máximo de 8.3 pH, debido a que la temperatura influye como también el CO<sub>2</sub> y el vertimiento de aguas residuales al cuerpo de agua por la misma población de la Isla Ccapi los Uros.

A partir de los resultados que se han obtenido, guarda relación con un pH alcalino, como sostiene Sotil & Flores (2016), que obtuvo 7.5 como valor máximo en la región Loreto y concluye que el cuerpo del río está libre de contaminación y se encuentra dentro de los niveles permitidos del ECA de Agua. Por otro lado Callata (2015) obtuvo 8.65 a 9.63, resultados que exceden el ECA del Agua, siendo su pH elevado a los resultados obtenidos de la presente investigación, que es de 7.5 a 8.3; y por consiguiente agua del lago Titicaca tiende a ser alcalina. Se menciona que las aguas para consumo humano con un pH elevado pueden causar irritación en las mucosas, irritación en órganos internos y hasta procesos de ulceración.

**4.1.2. Temperatura**

**Tabla 06:** Resultados de laboratorio de la Temperatura.

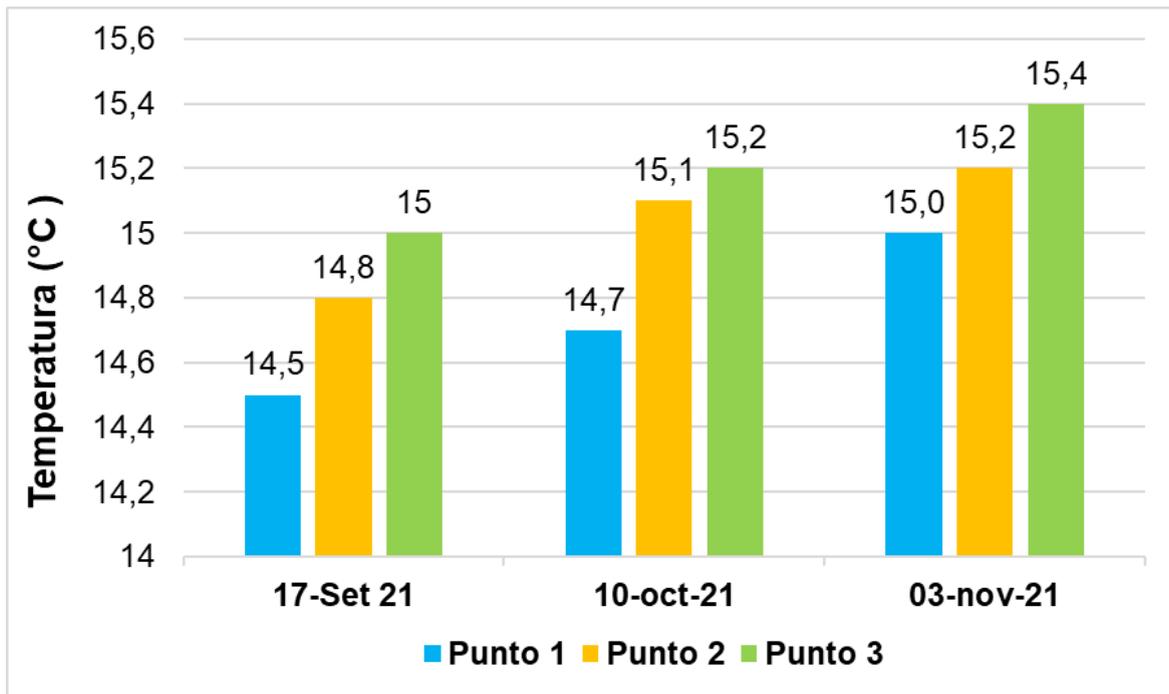
Puntos de muestreo	Temperatura (° C)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	14.5	14.7	15.0
Punto 2	14.8	15.1	15.2
Punto 3	15	15.2	15.4

En la Tabla 06 y Figura 03 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Temperatura (°C) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 15,4 que pertenece al Punto 3 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 14,5 que pertenece al Punto 1 del mes de Setiembre.

**Tabla 07:** Media de Temperatura

	Temperatura (°C)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	14,733	15,033	15,200

En la Tabla 07 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 3 con 15,200; el mínimo es de 14,733 en el Punto 1; y el Punto 2 obtuvo un promedio de 15,033. Estos 3 promedios obtenidos implican que la Temperatura está dentro de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 03:** Resultados de laboratorio de la Temperatura.

Como se observa en el Figura 03, los resultados de laboratorio de Setiembre a Noviembre del 2021, hubo una variación de 0.5 °C, con respecto al punto 1 fue mínima, porque en esa área hay bastantes totorales y tiene una profundidad de 0.82 metros a comparación del punto 3 que es escaso en totorales y una profundidad de 0.57 metros. En los meses de Setiembre, Octubre y mayormente la primera semana de Noviembre, hubo mayor radiación solar que también es causado por el cambio climático y ausencia de precipitaciones, lo que conlleva a una variación de temperatura en los puntos de muestreo.

A partir de los resultados se guarda relación a los de Callata (2015), que fue 13.0 a 15.60 °C con una variación 2.6 °C y concluye que se encuentra dentro del ECA del Agua, por otro lado Calsin (2016) obtuvo 14.49 a 14.52°C en la ciudad de Juliaca. Las investigaciones se encuentran dentro de los niveles permitidos del ECA del agua. Cabe mencionar que la temperatura es un parámetro muy importante para determinar la calidad del agua, ante un incremento, baja la concentración de oxígeno y genera un peligro para la flora y fauna acuática, y puede causar la extinción de peces en la Isla Ccapi los Uros del lago Titicaca. Por lo tanto se encuentra dentro de los niveles permitidos del ECA del agua.

#### 4.1.3. Turbiedad

**Tabla 08:** Resultados de laboratorio de la Turbiedad

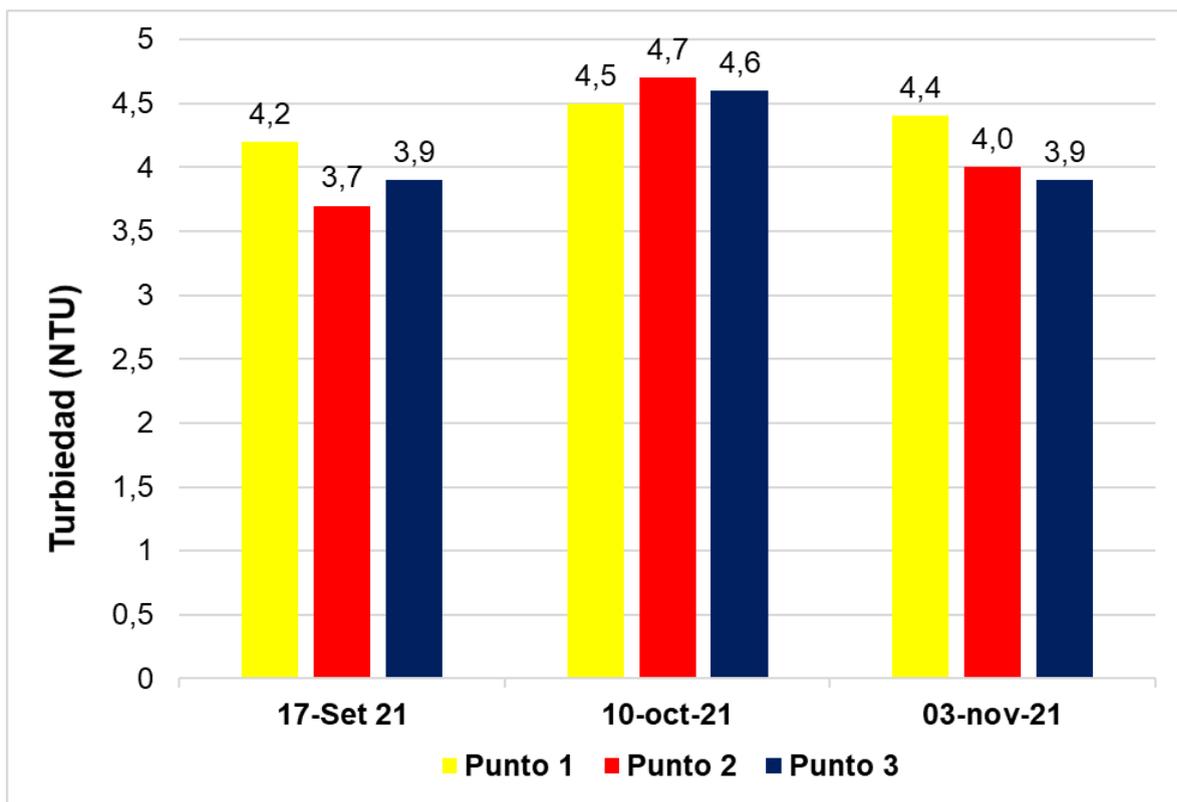
Puntos de muestreo	Turbiedad (NTU)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	4.2	4.5	4.4
Punto 2	3.7	4.7	4.0
Punto 3	3.9	4.6	3.9

En la Tabla 08 y Figura 04 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Turbiedad (NTU) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 4,7 que pertenece al Punto 2 en el mes de Octubre, y el valor mínimo es 3,7 que pertenece al Punto 2 del mes de Setiembre.

**Tabla 09:** Media de Turbiedad

	Turbiedad (NTU)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	4,367	4,133	4,133

En la Tabla 09 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 1 con 4,367; el mínimo es de 4,133 en los Punto 1 y el Punto 2. Estos 3 promedios obtenidos implican que la turbiedad está dentro de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 04:** Resultados de laboratorio de la Turbiedad

Como observamos en la Figura 04, los resultados de laboratorio, en el punto 1 en los meses de Septiembre a Noviembre del 2021, se obtuvo una variación de 0.3 NTU. En el punto 2 presentó mayor turbiedad con movimiento de las aguas en el mes de Octubre debido a las actividades que realizaron la ONG Operation Blessing International, también generado por las embarcaciones porque en esa zona se encuentra ubicada la institución educativa primaria donde se realizó las actividades como: el programa de nutrición por parte de la ONG OBI PERÚ. Por otro lado, encontramos un promedio menor en la primera semana del mes de Noviembre, esto debido a que ya no hubo actividades.

A partir de los resultados se guardan relación con los de Calsin (2016), que obtuvo como resultado 2.5 a 3.09 NTU; por lo contrario Callata (2015), obtuvo como resultado 7.0 a 43.0 NTU, lo cual excede los niveles permitidos del ECA de agua y concluye que tiene altos contenidos de materia en suspensión y los resultados obtenidos en la presente investigación fueron de 3.7 a 4.7 NTU. La turbiedad es generada debido a las partículas y arcillas en suspensión, se puede mencionar que presentan mayor concentración de virus, parásitos y bacterias. Según los resultados, se puede mencionar que está por debajo de los niveles permitidos del ECA del Agua, en otras palabras, el agua es cristalina y no hay riesgo en cuanto a la turbiedad de Isla Ccapi los Uros del lago Titicaca.

**4.1.4. Conductividad Eléctrica**

**Tabla 10:** Resultados de laboratorio de la Conductividad Eléctrica

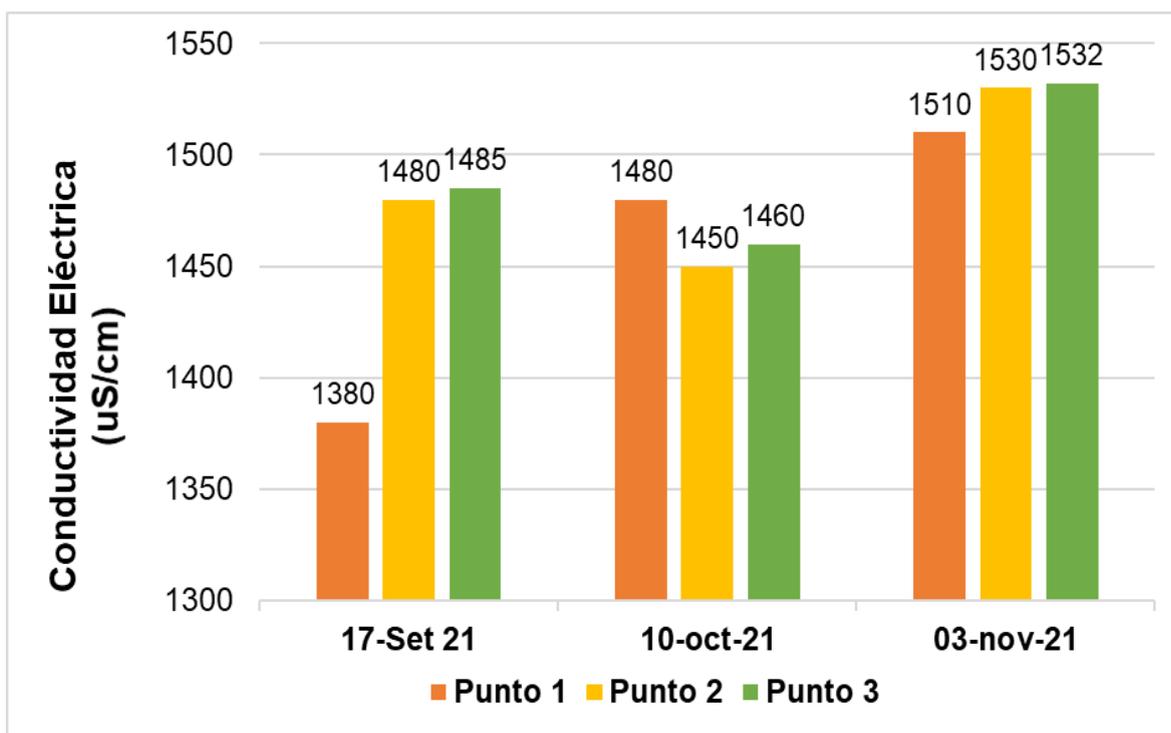
Puntos de muestreo	Conductividad Eléctrica (µS/cm)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	1380	1480	1510
Punto 2	1480	1450	1530
Punto 3	1485	1460	1532

En la Tabla 10 y Figura 05 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Conductividad Eléctrica (µS/cm) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 1532 que pertenece al Punto 3 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 1380 que pertenece al Punto 1 del mes de Setiembre.

**Tabla 11:** Media de Conductividad Eléctrica

	Conductividad Eléctrica (µS/cm)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	1456,667	1486,667	1492,333

En la Tabla 11 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 3 con 1492,333; el mínimo es de 1456,667 en el Punto 1; y el Punto 2 obtuvo un promedio de 1486,667. Estos 3 promedios obtenidos implican que la Conductividad Eléctrica está dentro de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 05:** Resultados del laboratorio de Conductividad Eléctrica.

Como se observa en el Figura 05, los resultados del laboratorio, en el punto 1 en los meses de Setiembre a Noviembre, se obtuvo una variación de 35.6uS/cm.

Los resultados fueron inferiores a los de Calsin (2016), que fue de 1636.25 a 1082.18 uS/cm, del mismo modo por Callata (2015), que fue de 1901uS/cm. A partir de los resultados que se han obtenido y tomando en cuenta que hay diferentes factores que asocian a la conductividad a niveles elevados y uno de ellos es la descarga de aguas residuales de la población de la ciudad Puno y que la misma población de la Isla Ccapi los Uros vierten sus aguas residuales al suelo y al lago Titicaca, generando que exista un

nivel elevado de este parámetro. Por lo tanto excede los niveles permitidos por el ECA del agua.

#### 4.1.5. Sólidos Disueltos Totales

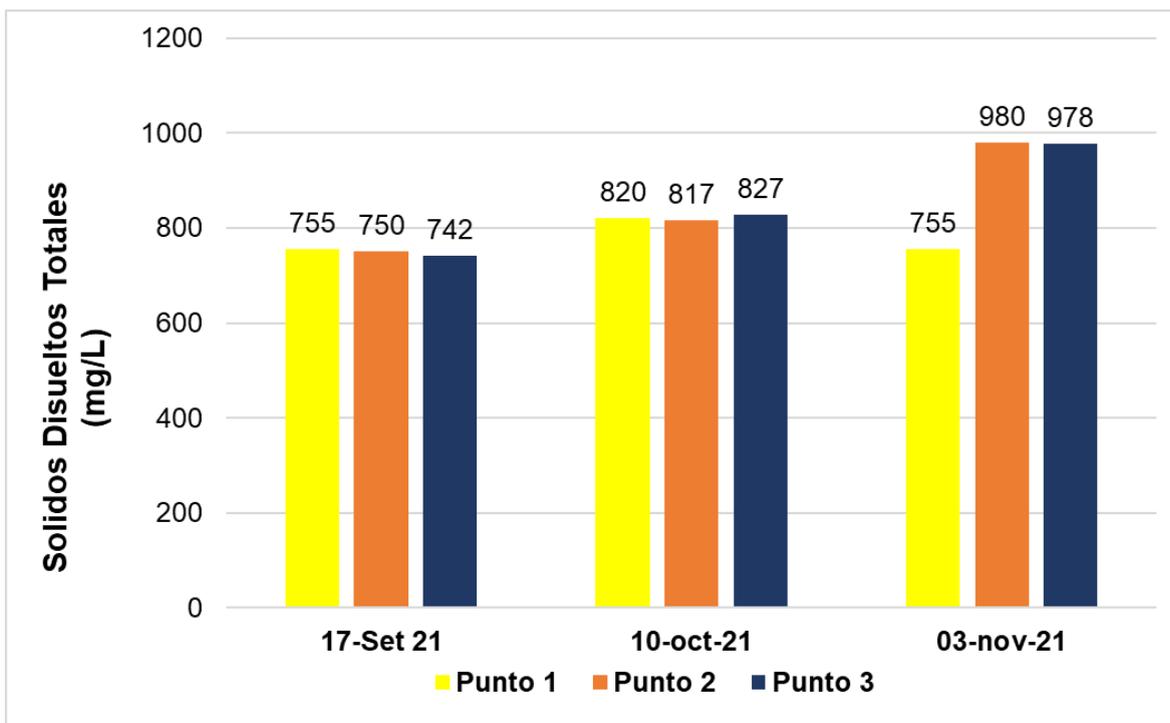
**Tabla 12:** Resultados de laboratorio de Sólidos Disueltos Totales

Puntos de muestreo	Sólidos Disueltos Totales (mg/L)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	755	820	755
Punto 2	750	817	980
Punto 3	742	827	978

En la Tabla 12 y Figura 06 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Sólidos Disueltos Totales (TDS) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 985 que pertenece al Punto 1 en la primera semana de Noviembre, y el valor mínimo es 742 mg/L que pertenece al Punto 3 del mes de Setiembre.

**Tabla 13:** Media de Sólidos Totales Disueltos

	Sólidos Totales Disueltos (mg/L)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Número de Muestras	3	3	3
Media	853,333	849,000	849,000



**Figura 06:** Resultados del laboratorio de Sólidos Disueltos Totales

Como se observa en el Figura 06, los resultados del laboratorio, tenemos una variación de 4.33 mg/L, cabe mencionar que el valor máximo obtenido en los resultados de laboratorio de Sólidos Disueltos Totales fue de 980 mg/L en la primera semana de Noviembre, según la OMS más de 1200 mg/L es considerada inaceptable y que difiere las normas de Estados Unidos, la cual considera que más de 600 mg/L no apta para consumo humano.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los de Calsin (2016), que fue de 509.82 a 785.03 mg/L, del mismo modo por Callata (2015), fueron 908.00 a 953.00 mg/L, A diferencia de Sotil & Flores (2016), en el rio de la región Loreto obtuvo 9.36 mg/L un nivel muy bajo, y concluye que el agua es apta para consumo humano.

Los TDS está conformado por compuestos inorgánicos que algunos son el: Arsénico y Mercurio que serían perjudiciales para nuestra salud, el TDS está relacionada con la Conductividad Eléctrica y la salinidad. por consiguiente nuestros resultados se encuentran dentro de los límites permitidos del ECA de agua.

#### 4.2. Análisis de los Parámetros Químicos

Los resultados obtenidos de las muestras en el laboratorio de aguas y suelos de la facultad de ciencias agrarias y la facultad de ciencias biológicas de la UNA - PUNO, Fueron los siguientes:

##### 4.2.1. Cloruros

**Tabla 14:** Resultados de laboratorio de Cloruros

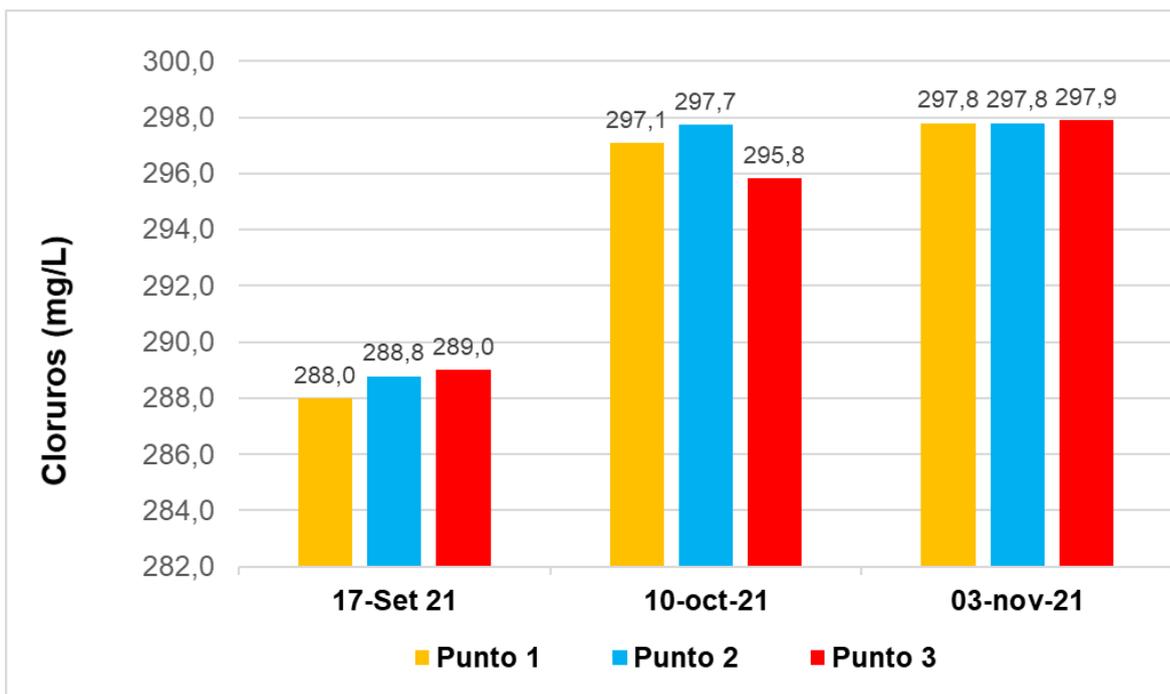
Puntos de muestreo	Cloruros (mg/L)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	288.00	297.08	297.86
Punto 2	288.78	297.74	297.87
Punto 3	289.00	295.83	297.90

En la Tabla 14 y Figura 07 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Cloruros (mg/L) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 297,90 que pertenece al Punto 3 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 288,00 que pertenece al Punto 1 del mes de Setiembre.

**Tabla 15:** Media de Cloruros.

	Cloruros (mg/L)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	294,313	294,797	294,243

En la Tabla 15 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 2 con 294,797; el mínimo es de 294,243 en el Punto 3; y en el Punto 1 se obtuvo de promedio 294,313. Estos 3 promedios obtenidos implican que los niveles de Cloruros están dentro de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 07:** Resultados de laboratorio de los Cloruros

Como se observa en la Figura 07, los resultados obtenidos en el laboratorio, en los meses de Septiembre a la primera semana de Noviembre, tenemos una variación de 0.56 mg/L en los puntos 1 y 2. En la primera semana de Noviembre en el punto 3, se obtuvo un máximo de 297.90 mg/L.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los de Calsin (2016), que fue de 134.31 a 206.50 mg/L, lo contrario es de Sotil & Flores (2016), que fueron de 15.13 mg/L, en el río Mazán de la región Loreto. Por consiguiente, el nivel elevado de cloruros en el agua indica, que está contaminada por excretas humanas ya que en la Isla Ccapi los Uros se vierten directamente todas las aguas residuales; y también por la orina donde se encuentra mayor concentración de cloruros.

Según los ECAS, el nivel máximo de concentración de Cloruros es de 250 mg/L por lo tanto, en las aguas de la Isla Ccapi los uros exceden los niveles, y por consiguiente no sería apta para consumo humano.

#### 4.2.2. Sulfatos

**Tabla 16:** Resultados de laboratorio de Sulfatos

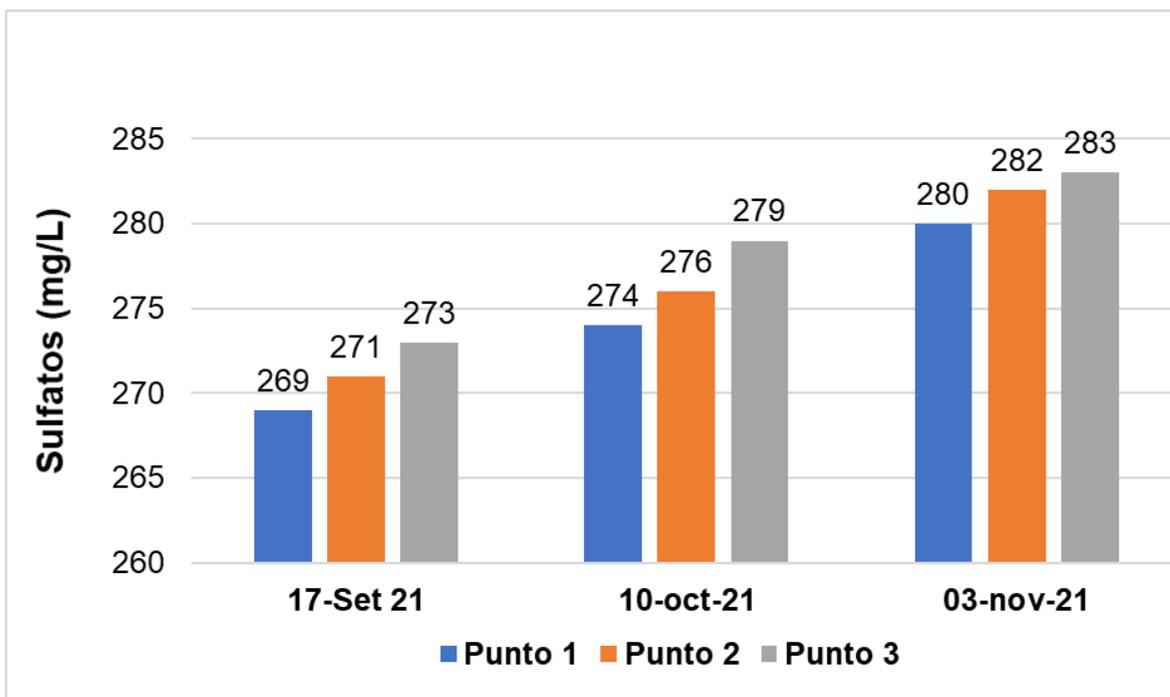
Puntos de muestreo	Sulfatos (mg/L)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	269	274	280
Punto 2	271	276	282
Punto 3	273	279	283

En la Tabla 16 y Figura 08 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Sulfatos (mg/L) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 283 que pertenece al Punto 3 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 269 que pertenece al Punto 1 del mes de Setiembre.

**Tabla 17:** Media de Sulfatos.

	Sulfatos (mg/L)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	274,333	276,333	278,333

En la Tabla 17 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 3 con 278,333; el mínimo es de 274,333 en el Punto 1; y en el Punto 2 se obtuvo de promedio 276,333. Estos 3 promedios obtenidos implican que los niveles de Sulfatos están dentro de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 08:** Resultados de laboratorio de Sulfatos

Como se observa en la Figura 08, los resultados obtenidos en el laboratorio, en los meses de Septiembre a la primera semana de Noviembre, tenemos una variación de 4.0 mg/L en los puntos 1 y 3.

Los resultados obtenidos fueron inferiores a los de Calsin (2016), que fue de 226.18 a 324.00 mg/L. El nivel de sulfatos en agua de la Isla Ccapi los Uros se debe a la procedencia de residuos industriales, precipitaciones fluviales y otras procedentes de fuentes naturales. El consumo de agua con altos niveles de sulfato puede causar deshidratación y diarrea, afectando más a los niños; por consiguiente, en relación a nuestros resultados exceden los niveles permitidos del ECA de agua.

#### 4.2.3. Nitratos

**Tabla 18:** Resultados de laboratorio de Nitratos

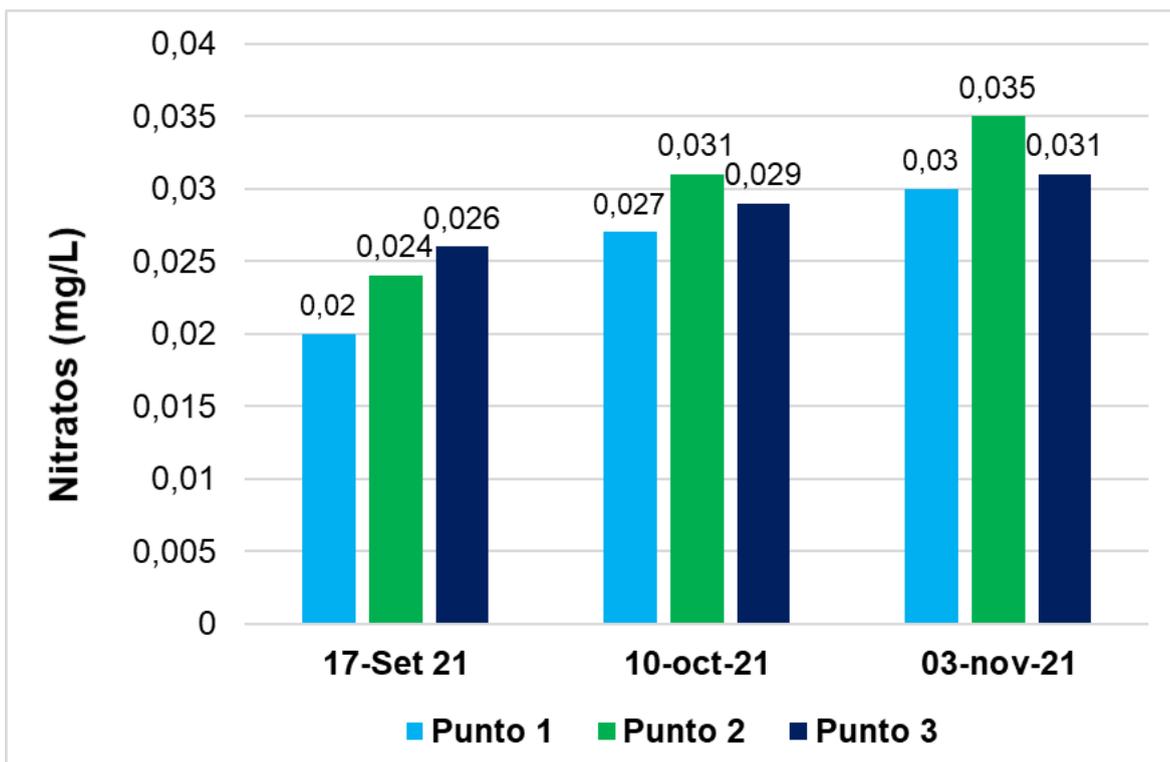
Puntos de muestreo	Nitratos (mg/L)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	0,020	0,027	0,030
Punto 2	0,024	0,031	0,035
Punto 3	0,026	0,029	0,031

En la Tabla 18 y Figura 09 (ver Anexo 6 y 9) se pueden observar los resultados de Nitratos (mg/L) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 0,035 que pertenece al Punto 2 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 0,02 que pertenece al Punto 1 del mes de Setiembre.

**Tabla 19:** Media de Nitratos.

	Nitratos (mg/L)		
	Punto 1	Punto 2	Punto3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	.02567	.03000	.02867

En la Tabla 19 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 2 y 3 con 0.3; y el mínimo es de 0.25 en el Punto 1. Estos 3 promedios obtenidos implican que los niveles de Nitratos no exceden los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 09:** Resultados de laboratorio de Nitratos

Como se observa en la Figura 09, los resultados obtenidos en el laboratorio, en los meses de Septiembre a la primera semana de Noviembre, tenemos una variación de 0.044 mg/L en los puntos 1 y 3. se debe que en algunas zonas hubieron lluvias en los meses de Setiembre y Octubre a diferencia en la primera semana de Noviembre que el nivel de nitratos fue el más alto ya que en las zonas mineras hubo precipitaciones, los depósitos de sal son transportados por las lluvias torrenciales a las aguas superficiales y/o subterráneas.

Los resultados obtenido fueron inferiores a los de Callata (2015), que fue de 1.052 a 2085 mg/L, un nivel extremadamente elevado, y concluye que hay bastantes descargas de aguas residuales con materia fecal, como también la inadecuada disposición de los residuos mineros y el uso excesivo de los fertilizantes nitrogenados y las aguas residuales que llegan al Lago Titicaca. Por lo contrario, en nuestros resultados el nivel de Nitrato en el agua no excede los niveles permitidos del ECA de agua.

#### 4.2.4. Dureza

**Tabla 20:** Resultados de laboratorio de Dureza

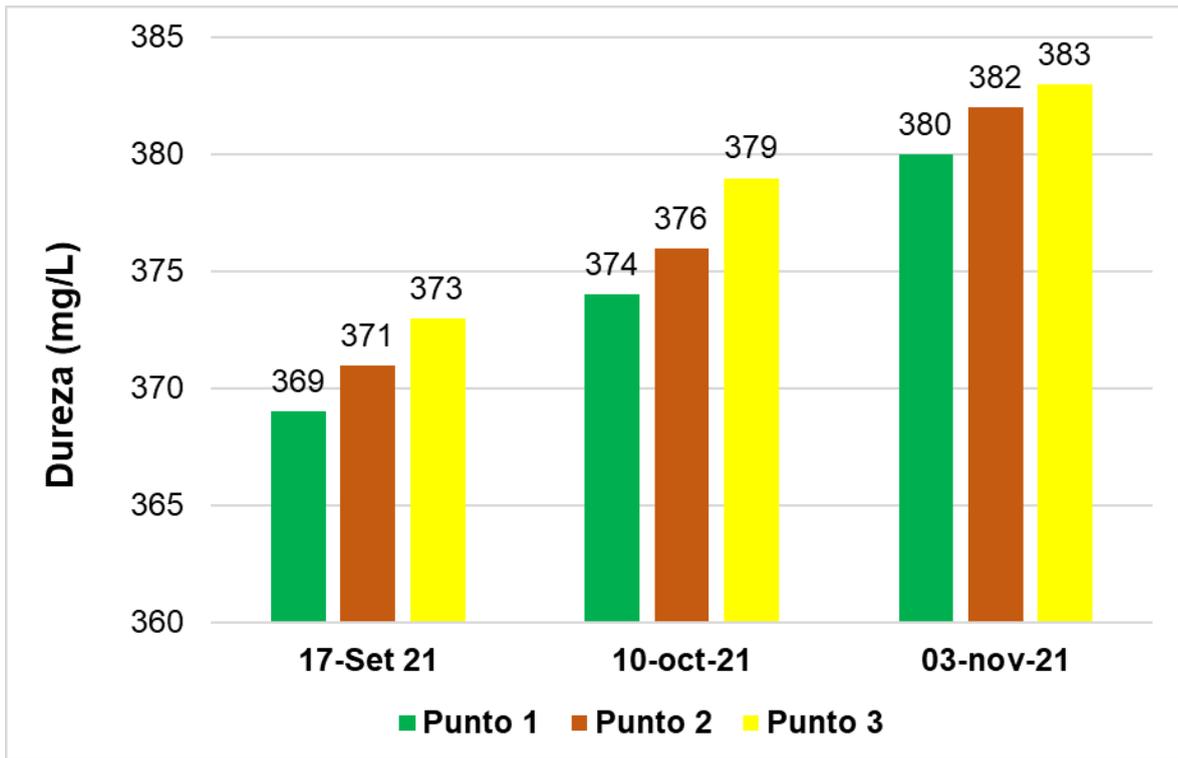
Puntos de muestreo	Dureza (mg/L)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	369	374	380
Punto 2	371	376	382
Punto 3	373	379	383

En la Tabla 20 y Figura 10 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Dureza (mg/L) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 383 que pertenece al Punto 3 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 371 que pertenece al Punto 2 del mes de Setiembre.

**Tabla 21:** Media de Dureza.

	Dureza (mg/L)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	374,333	376,333	378,333

En la Tabla 21 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 3 con 378,333; el mínimo es de 374,333 en el Punto 1; y en el Punto 2 se obtuvo de promedio 376,333. Estos 3 promedios obtenidos implican que los niveles de Dureza están dentro de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 10:** Resultados de laboratorio de los Dureza

Como se observa en la Figura 10, los resultados obtenidos en el laboratorio, en los meses de Septiembre a la primera semana de Noviembre, tenemos una variación de 4.0 mg/L en los puntos 1 y 3. En la primera semana de Noviembre en el punto 3; hubo una mayor concentración de Magnesio y Calcio.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los de Sotil & Flores (2016) en el río Mazán de la región Loreto que obtuvo 22.82 mg/L y por lo contrario fue de Calsin (2016) que fue de 48.71 a 628.91 mg/L. El resultado de la presente investigación es mayor a 300 mg/L. Considerando que el agua de la isla Ccapi los Uros es muy dura, provocando menos espuma en relación al jabón y detergente teniendo un costo económico y ambiental; las aguas muy blandas pueden ser corrosivas rompiendo cañerías. La organización mundial de la salud determina que las aguas muy duras y las muy blandas no produce ningún efecto pernicioso para la salud de las personas en cuanto al consumo humano, pero sí para el uso que pueda realizar el hombre.

#### 4.2.5. Oxígeno Disuelto

**Tabla 22:** Resultados de laboratorio de Oxígeno Disuelto

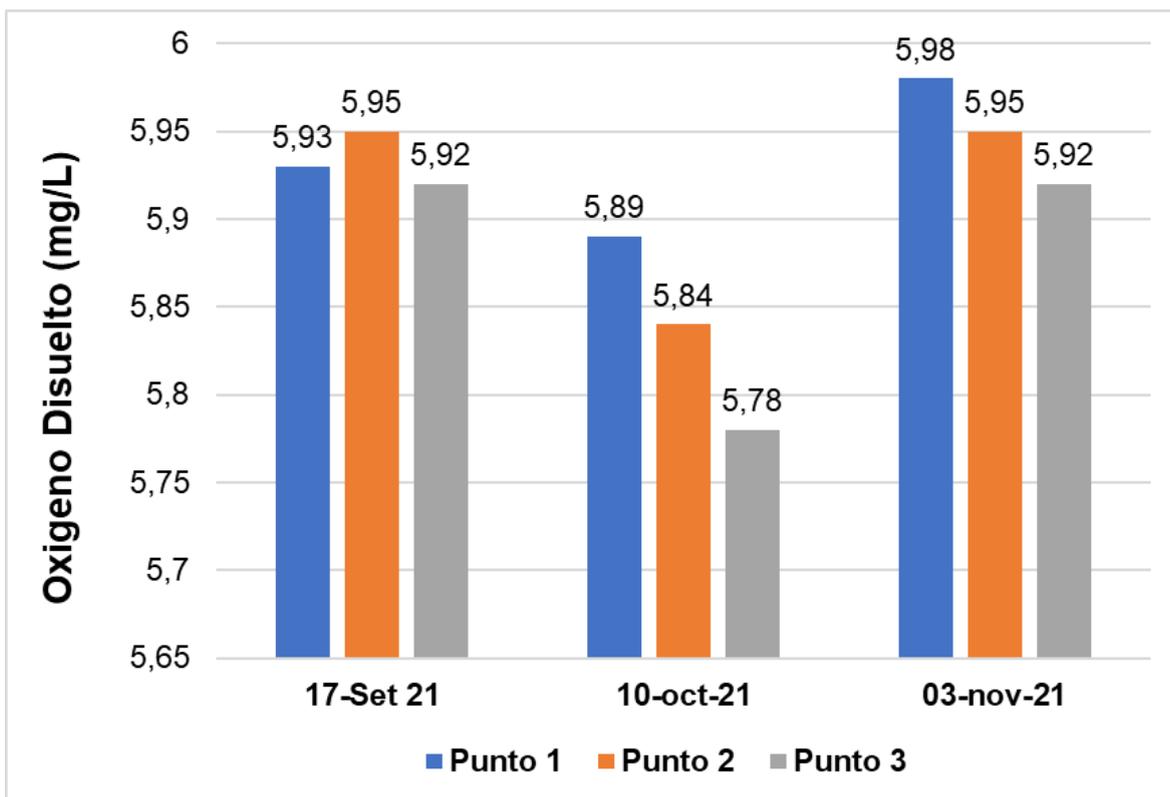
Puntos de muestreo	Oxígeno Disuelto (mg/L)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	5.93	5.89	5.98
Punto 2	5.95	5.84	5.95
Punto 3	5.92	5.78	5.92

En la Tabla 22 y Figura 11 (ver Anexo 6 y 9), se pueden observar los resultados de Oxígeno Disuelto (mg/L) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 5,98 que pertenece al Punto 1 en el mes de Noviembre, y el valor mínimo es 5,78 que pertenece al Punto 3 del mes de Octubre.

**Tabla 23:** Media de Oxígeno Disuelto.

	Oxígeno Disuelto (mg/L)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	5,933	5,913	5,873

En la Tabla 23 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 1 con 5,933; el mínimo es de 5,873 en el Punto 3; y en el Punto 2 se obtuvo de promedio 5,913. Estos 3 promedios obtenidos implican que los niveles de Oxígeno Disuelto están dentro de los niveles permitidos según el ECA del AGUA.



**Figura 11:** Resultados de laboratorio de Oxígeno Disuelto.

Como se observa en la Figura 11, los resultados obtenidos en el laboratorio, en los meses de Septiembre a la primera semana de Noviembre, tenemos una variación de 0.06 mg/L en los puntos 1 y 3. En la primera semana de Noviembre en el punto 3; hubo una mayor concentración de oxígeno disuelto, a mayor altitud menor presión y menor solubilidad del oxígeno disuelto, otro factor asociado es la temperatura a mayor temperatura menor solubilidad del oxígeno disuelto en la Isla Ccapi los Uros.

Los resultados obtenidos fueron superiores a los de Callata (2015) que fue de 2.10 a 3.28 mg/L, en relación a los resultados de la presente investigación son muy bajos. Por lo contrario de Sotil & Flores (2016) fue 6.57 donde se mantiene en un nivel adecuado para la vida acuática del río Mazán. El oxígeno disuelto asegura el crecimiento y la reproducción de la población de peces y organismos en los sistemas acuáticos. Es aceptable el nivel de oxígeno, pero inferior a los niveles permitidos en el ECA del agua de la isla Ccapi los Uros.

#### 4.3. Análisis de los Parámetros Biológicos

Los resultados obtenidos de las muestras en el laboratorio de aguas y suelos de la facultad de ciencias agrarias y la facultad de ciencias biológicas de la UNA - PUNO, fueron los siguientes:

##### 4.3.1. Coliformes Totales

**Tabla 24:** Resultados de laboratorio de los Coliformes Totales

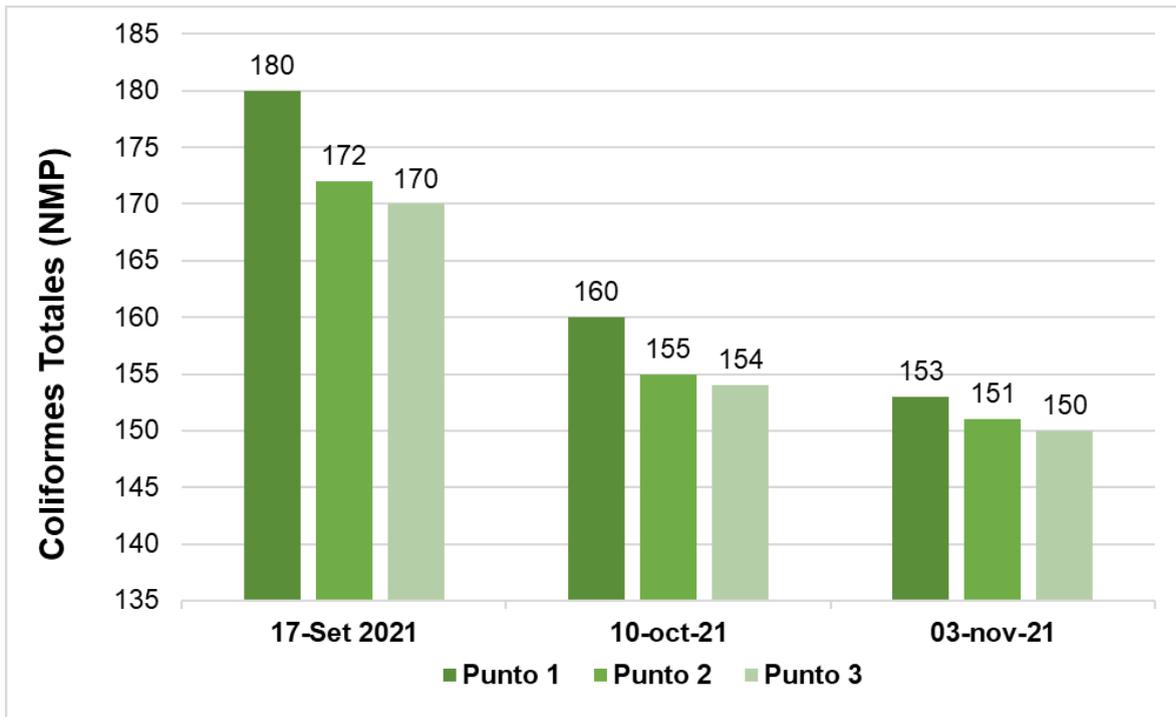
Parámetros Biológicos	Coliformes Totales (NMP/100 ml)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	180	160	153
Punto 2	172	155	151
Punto 3	170	154	150

En la Tabla 24 y Figura 12 (ver Anexo 7 y 8), se pueden observar los resultados de Coliformes Totales (NMP/100ml) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 180 que pertenece al Punto 1 en el mes de Setiembre, y el valor mínimo es 150 que pertenece al Punto 3 del mes de Noviembre.

**Tabla 25:** Media de Coliformes Totales.

	Coliformes Totales (NMP/100 ml)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
<b>Número de Muestras</b>	3	3	3
<b>Media</b>	164,3333	159,3333	158,000

En la Tabla 25 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 1 con 164,333; el mínimo es de 158,000 en el Punto 3; y en el Punto 2 se obtuvo de promedio 159,333. Estos 3 promedios obtenidos implican que los Coliformes Totales exceden de los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 12:** Resultados de laboratorio de Coliformes Totales

Se observa en el Figura 12, los resultados del laboratorio en los meses de Septiembre a la primera semana de Noviembre, nuestros resultados en el punto 1 y en el mes de Septiembre se presentó un valor máximo de 180 NMP/100 ml, en este mes hubo mayor concentración de padres, niños y jóvenes, y en el área de toma de muestras por las capacitaciones que tuvieron por parte de la ONG Operación Bendición y también por el programa de nutrición de la ONG, a diferencia de la primera semana de noviembre que ha disminuido.

Los resultados obtenidos fueron inferiores a los de Calsin (2016) que fue de 378.16 NMP/100ml, asimismo Chambi (2015) obtuvo 827.25 y ANA (2017) señala que las principales fuentes de contaminación del agua en el ámbito de la cuenca del lago Titicaca son el vertimiento directo e indirecto de aguas residuales municipales y domésticas, crudas o inadecuadamente tratadas. Por todo ello, excede los niveles permitidos por los ECA del agua, siendo su consumo un riesgo para la salud humana. Los coliformes totales no deben estar en el agua y su presencia indica que el agua está contaminada.

4.3.2. Coliformes Fecales

Tabla 26: Resultados de laboratorio de los Coliformes Fecales

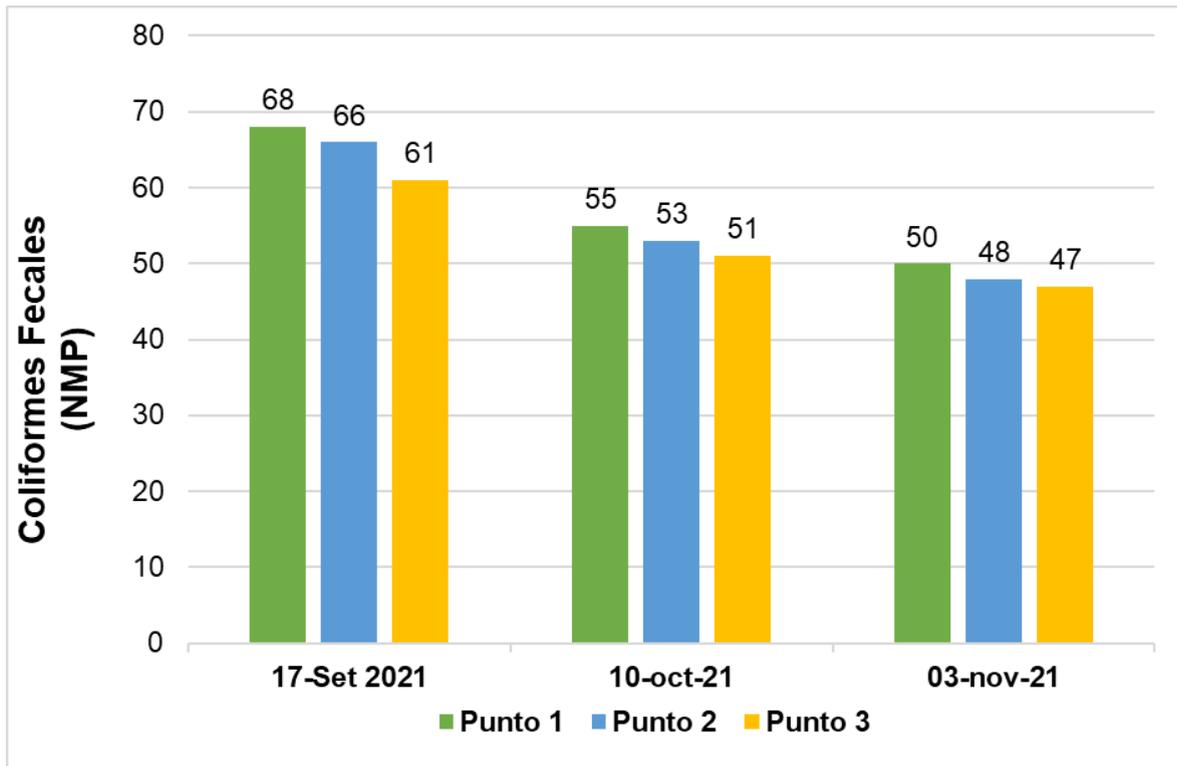
Puntos de muestreo	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)		
	17-Set 2021	10-Oct 2021	03-Nov 2021
Punto 1	68	55	50
Punto 2	66	53	48
Punto 3	61	51	47

En la Tabla 26 y Figura 13 (ver Anexo 7 y 8), se pueden observar los resultados de Coliformes Fecales (NMP/100ml) obtenidos de las 6 muestras en total realizadas; donde el valor más alto es 68 que pertenece al Punto 1 en el mes de Setiembre, y el valor mínimo es 47 que pertenece al Punto 3 del mes de Noviembre.

Tabla 27: Media de Coliformes Fecales.

	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)		
	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Número de Muestras	3	3	3
Media	57,6667	55,6667	49,6667

En la Tabla 27 obtuvimos los promedios de cada punto, siendo el más elevado el Punto 1 con 57,667; el mínimo es de 49,667 en el Punto 3; y en el Punto 2 se obtuvo de promedio 55,667. Estos 3 promedios obtenidos implican que los Coliformes Fecales exceden los niveles permitidos del ECA de AGUA.



**Figura 13:** Resultados de laboratorio de Coliformes Fecales.

Se observa en el Figura 13, los resultados del laboratorio en los meses de septiembre a la primera semana de noviembre, hubo una variación de 4.7 NMP/100 ml con respecto a los puntos 1 y 3, nuestros resultados en el punto 1 y en el mes de setiembre se presentó un valor máximo de 68 NMP/100 ml, en ese mes hubo también mayor concentración de padres, niños y jóvenes y las capacitaciones que realiza la ONG a las madres de familia salud, a diferencia de la primera semana del mes de noviembre ha disminuido, observamos una diferencia ya que en el mes de setiembre hubo actividades en la institución educativa primaria con referencia al punto de muestreo 1.

A partir de los resultados obtenidos se guardan relación con la presencia de coliformes fecales, como menciona Callata (2015) que obtuvo como resultado el nivel más elevado de 2900 NMP/100ml; asimismo Chambi (2015) obtuvo 111 NMP/100ml en aguas de pozo, como también Calsin (2016) que obtuvo 107.22 UFC/ml. Por consiguiente, las descargas

de las aguas residuales sin ningún tratamiento afecta a la calidad de éstas, siendo el agua del lago Titicaca no apta para consumo humano.

#### 4.4. Contrastación de las hipótesis

##### Contrastación de la Hipótesis Específica 1:

**H<sub>0</sub>:** Los parámetros físicos como son: pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor y Color; NO EXCEDE los niveles permisibles del ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.

**H<sub>1</sub>:** Los parámetros físicos como son: pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor y Color; EXCEDEN los niveles permisibles del ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.

A partir de los resultados obtenidos, la conductividad eléctrica es el unico parametro que excede los niveles permitidos del ECA del agua, en cambio los parámetros de pH, Temperatura, Turbiedad, Sólidos disueltos totales, Olor y Color; no excede los niveles permitidos del ECA de agua. Rechazando así la hipótesis alterna y se ha aceptado la hipótesis nula, que se ha planteado en el trabajo de investigación.

##### Contrastación de la Hipótesis Específica 2:

**H<sub>0</sub>:** Los parámetros químicos como son: Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza y Oxígeno disuelto; NO EXCEDEN los niveles permitidos del ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

**H<sub>1</sub>:** Los parámetros químicos como son: Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza y Oxígeno disuelto; EXCEDEN los niveles permitidos de los ECAS de las aguas que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

A partir de los resultados obtenidos, la dureza total, oxígeno disuelto y el nitrato son los únicos parámetros que no exceden los niveles permitidos del ECA del agua, en cambio los parámetros de Cloruros y Sulfatos; EXCEDEN los niveles permitidos del ECA del

agua. Rechazando así la hipótesis alterna y aceptando la hipótesis nula, que se ha planteado en el trabajo de investigación.

### **Contrastación de la Hipótesis Específica 3:**

**H<sub>0</sub>:** Los parámetros biológicos como son: Coliformes totales y Termotolerantes, no se encuentran presentes en el agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

**H<sub>1</sub>:** Los parámetros biológicos como son: Coliformes totales y Termotolerantes, se encuentran presentes en el agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.

A partir de los resultados obtenidos, las coliformes totales y Termotolerantes EXCEDEN los niveles permitidos del ECA del agua. Rechazando así la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alterna, que se ha planteado en el trabajo de investigación

### **Contrastación de la Hipótesis General:**

**H<sub>0</sub>:** La calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno, no es apta para consumo humano debido a la alta concentración de contaminantes de origen doméstico e industrial.

**H<sub>1</sub>:** La calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno, es apta para consumo humano debido a la alta concentración de contaminantes de origen doméstico e industrial.

A partir de los resultados obtenidos, la calidad de agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros, no es apta para el consumo humano. Rechazando así la hipótesis alterna y aceptando la hipótesis nula, que se ha planteado en el trabajo de investigación.

### CONCLUSIONES

- Al evaluar la calidad de agua para consumo humano en la población de la isla Ccapi los Uros, se concluye que la calidad de agua no es apta para consumo humano, porque exceden los parámetros físicos, químicos y biológicos. generando un impacto negativo en medio ambiente, pérdida de ecosistemas como son la flora y fauna del Lago Titicaca.
- Al determinar los parámetros físicos, la conductividad eléctrica excede los niveles permitidos del ECA del agua, se obtuvo 1532  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en el mes de noviembre en el punto 3, siendo el valor máximo en referencia a los demás puntos de muestreo, a lo contrario de los demás parámetros (Color, Olor, pH, Temperatura, Turbiedad y Sólidos disueltos totales), se encuentran dentro de los límites permitidos del ECA del agua.
- Se determinó los parámetros químicos, los parámetros de cloruros y sulfatos exceden los niveles permitidos del ECA del agua. en cuanto al cloruro obtuvo 297.90 mg/L en el mes de noviembre del punto 3, y los sulfatos 283.0 mg/L en el punto 3 del mes de noviembre, a lo contrario de Nitratos, Dureza y Oxígeno Disuelto se encuentran dentro de los niveles permitidos del ECA de agua. El nivel máximo de concentración de Cloruros es de 250 mg/L por lo tanto, en las aguas de la Isla Ccapi los uros exceden los niveles permitidos, y por consiguiente no es apta para consumo humano.
- Al determinar los parámetros biológicos como son: los Coliformes Totales y Fecales exceden los niveles permitidos del ECA de agua. Se obtuvieron 180 NMP/100 ml y 68 NMP/100 ml en Punto 1 del mes de septiembre, dado que este mes realizaron

diferentes actividades y programas por parte de la ONG Operation Blessing International. Estos parámetros implican que el agua está contaminada y es un peligro para la salud.

### RECOMENDACIONES

- A la Autoridad Nacional del Agua (ANA) y EMSA PUNO. El agua al no ser apta para consumo humano de la Isla Ccapi los Uros, debe ser tratada con filtros purificadores y sistemas de cloración; también se recomienda realizar capacitaciones a la población, de las causas y consecuencias sobre el consumo del agua contaminada a través de charlas, talleres.
- A las autoridades locales y regionales, viabilizar proyectos para el tratamiento de aguas residuales que genera la misma población de la Isla Ccapi los Uros y estas no sean vertidas directamente al lago Titicaca.
- A la población de la Isla Ccapi los Uros, gestionar ante las autoridades regionales, locales y ONGs un sistema de tratamiento de las aguas residuales en la Isla Ccapi los Uros.
- Se recomienda a la ONG Operation Blessing International, implementar filtros purificadores de agua (KOHLER CLARITY) y el PURIFICADOR GLOBAL (h<sub>2</sub>go) en la Isla Ccapi los Uros.

## BIBLIOGRAFÍA

- ANA. (2017). *Fuentes Contaminantes en la Cuenca del Lago Titicaca: Un aporte al conocimiento de las causas que amenazan la calidad del agua del maravilloso lago Titicaca*. (Vol. 2). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/636>
- Aquino, P. (2017). *Calidad del Agua en el Perú, retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales*.
- Aurazo, M. (2004). Manual para análisis básicos de calidad del agua de bebida. En *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*.  
<http://www.cepis.ops-oms.org>
- Almanza, O. (2015). *Índices de calidad del agua y vulnerabilidad de San Luis Potosí* [PhD Thesis]
- Baccaro, Y., Degorgue, M., Lucca, M., Picone, L., Zamuner, E., Andreoli, L. (2006). *RIA «Calidad de agua para consumo y riego en Mar de la Plata Argentina»*. 35(3), 95-110.
- Bamus, M. del C., & Bertran, C. (2005). Agua el Elixir de la Vida. *Elemental Watson, Universidad de Buenos Aires*.  
<https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suches*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Cava, T. (2016). Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento” [PhD Thesis]. En la Universidad *Nacional Pedro Ruiz Gallo*.  
<http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/UNPRG/850>
- Chambi, G. (2015). *Determinación de bacterias coliformes y e. Coli en agua de consumo humano del centro poblado de Trapiche- Ananea—PUNO*. Universidad Nacional

del Altiplano.

Callata, F. (2015). *Monitoreo y evaluación del cuerpo de agua de la bahía interior de Puno—Lago Titicaca* [Universidad Nacional del Altiplano].

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2299>

Calsin, K. (2016). *Calidad físico, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la Ciudad de Juliaca—Puno* [Universidad Nacional del Altiplano].

[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4187/Calsin\\_Ramirez\\_Katherine\\_Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4187/Calsin_Ramirez_Katherine_Vanessa.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

CEPIS/OPS. (2004). *Tratamiento de agua para consumo humano. Capítulo 2.*

[https://sswm.info/sites/default/files/reference\\_attachments/CEPIS-OPS%202004.%20Tratamiento%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.%20Cap%C3%A1tulo%202.pdf](https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CEPIS-OPS%202004.%20Tratamiento%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.%20Cap%C3%A1tulo%202.pdf)

Cutimbo, C. (2012). *Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en centros poblados menores de la Yarada y los Palos—Tacna.*

Universidad Nacional de la Amazonia Peruana.

DIGESA, L. D. G. de S. A. (2000). *PARÁMETROS ORGANOLÉPTICOS.*

[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)

Fancy, F. (2018). *Niveles de Escherichia Coli Enteropatógena (Epec) en agua de mar de la Playa Agua Dulce del Distrito de Chorrillos—LIMA.*

Fernández, A. (2012). *El agua: Un recurso esencial.*

<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/index.html>

Flores, L. A. (2016). *Contaminación Bacteriológica por Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Escherichia Coli y Salmonella SP en Aguas Termales de alcance Turístico de la región San Martín.*

- Fernández, A. (2012). *El agua: Un recurso esencial*.  
<http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/index.html>
- García, L. F. G. (2015). *Indicadores de la Calidad del Agua*. 13.
- Galindo, J. (2013). *Universidad nacional agraria de la selva* (Número 062) [PhD Thesis].
- Gudiel, H. R. (1996). *Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen a las fuentes de agua que abastecen al municipio de Santa Catarina Pinula—Guatemala* [PhD Thesis].
- Guzmán, B. L., Nava, G., & Díaz, P. (2015). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(3), 177-190. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- Hernandez, C. (2008). *Detección de Salmonella y Coliformes Fecales en agua de uso agrícola para la producción de melón*.
- Mejía, M. R. (2005). *Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Programa de educación para el desarrollo y la conservación.
- MINAN. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua. *El Peruano*, 6-9.
- Moreno, E., Argota, G., Alfaro, R., Aparicio Saavedra, M., Atencio Limachi, S., & Goyzueta Camacho, G. (2018). Cuantificación de metales en sedimentos superficiales de la bahía interior, lago Titicaca-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 20(1), 09-18.  
<https://doi.org/10.18271/ria.2018.326>
- MINAN. (2019). *Estándar de Calidad Ambiental*. [www.gob.pe](http://www.gob.pe).  
<https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/308391-estandar-de-calidad-ambiental>
- MINSA. (2011). Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. *Dirección*

- General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud*, 46 p.
- Ocola, J., & Laqui, W. (2017). *Fuentes Contaminantes en la Cuenca del Lago Titicaca* (Vol. 2). <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/636>
- OMS. (2011). Guías para la calidad del agua de consumo humano. *Organización Mundial de la Salud*, 608.
- PSE, P. S. E. (2020). *Nitratos en el Agua Potable*. Penn State Extension.  
<https://extension.psu.edu/nitratos-en-el-agua-potable>
- Rojas, R. (2002). *Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano*. 2, 1-353.
- Rojas, R. (2002). *Guía para la Vigilancia y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima, Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente (OPS/CEPIS).
- Severiche, C., & Gonzales, H. (2012). *Evaluación para la determinación de sulfatos en aguas por métodos turbidimétricos modificados*. Cartagena—Colombia.
- Sotil, L., & Flores, H. (2016). *Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán—Loreto, 2016* (Número 94) [PhD Thesis]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/UNAP/4156>
- Sperling, M. V. (2005). *Introdução à Qualidade das Águas e Tratamento de Esgotos*. 3. Ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; UNIVERSIDAD FEDERAL DE MINAS.
- State Whiteboard. (2015). *Descripción de Indicadores*.  
[https://www.waterboards.ca.gov/water\\_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf](https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3110sp.pdf)
- Sunass. (2004). *Calidad de Agua Potable en el Perú*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.  
<https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica-2004.pdf>

UNESCO. (2003). La situación de la crisis mundial del agua. *Agua para todos. Agua para la vida. Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*, 36.

WWAP. (2000). *Agua para todos, agua para la vida*. (Informe de la Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo). World Water Assessment Programme.

**ANEXOS**

## ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADORES	INSTRUMENTOS	TÉCNICA DE PROCESAMIENTO DE DATOS
<p><b>PG:</b>¿Cómo es la calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?</p>	<p><b>OG:</b>Evaluar la calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno.</p>	<p><b>HG:</b>La calidad de agua que consume la población de la isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca – Puno, no es apta para consumo humano debido a la alta concentración de contaminantes de origen doméstico e industrial.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b> Consumo humano de agua</p>	<p>- Agua Potable - Agua Contaminada - Aguas residuales</p>	<p><b>Técnicas:</b> Análisis de Laboratorio <b>Muestreo:</b> 600 ml por punto de muestreo <b>Instrumentos:</b> Recipiente para la muestra Formatos de campo Cajas térmicas (Coolers) Frascos de vidrio transparente 250ml Agua destilada Papel toalla Chaleco, casaca y/o impermeable Botas y/o zapatos de seguridad Gorro o casco Lentes Guantes de látex Mascarillas de laboratorio</p>	<p><b>Nivel de investigación:</b> Descriptivo</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> No experimental</p> <p><b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS:</b> Software SPSS V23.</p>
<p><b>PE1:</b>¿Cuáles son los valores de los parámetros físicos (pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor, Color) que exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?</p>	<p><b>OE1:</b> Determinar los parámetros físicos del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.</p>	<p><b>HE1:</b> los parámetros físicos(pH, Temperatura, Turbiedad, Conductividad, Sólidos disueltos totales, Olor, Color)exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b> Calidad de Agua</p>	<p>ECA del agua: - Análisis físicos - Análisis químicos - Análisis biológicos</p>		

<p><b>PE2:</b> ¿Cuáles son los valores de los parámetros químicos (Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza total, Oxígeno disuelto) que exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?</p>	<p><b>OE2:</b> Determinar los parámetros químicos del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.</p>	<p><b>HE2:</b> Los parámetros químicos (Cloruros, Sulfatos, Nitratos, Dureza total, Oxígeno disuelto) exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?</p>	<p><b>PE3:</b> ¿Cuáles son los valores de los parámetros biológicos (Coliformes totales y Termotolerantes) que exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?</p>	<p><b>OE3:</b> Determinar los parámetros biológicos del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno.</p>	<p><b>HE3:</b> Los parámetros biológicos (Coliformes totales y Termotolerantes) exceden los niveles con respecto al ECA del agua que consume la población de la Isla Ccapi los Uros del Lago Titicaca - Puno?</p>				
--	---	---	--	---	---	--	--	--	--



**ANEXO 02: COMPROMISO ÉTICO**

	Manual de Presentación de Proyecto de Investigación e Informe Final	COD. DE DOC. MAN. COD. OF. UI	VERSIÓN: 2.0	PÁGINA 49
---	---	-------------------------------	--------------	-----------

**COMPROMISO ÉTICO PARA TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

El presente Proyecto de investigación titulado: **EVALUACION DE LA CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA ISLA CCAPI LOS UROS DEL LAGO TITICACA – PUNO 2021**, ha sido elaborado y desarrollado por: **CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ** planificado por el Centro de Investigación Científica para que sea realizado en estricto apego a la metodología de la investigación y a las normas éticas para investigación.

En vista de lo anterior, yo bachiller de la carrera profesional de **INGENIERIA AMBIENTAL** y/o estudiante de último año de la Carrera de....., con código número **1710588**, me comprometo a realizar las siguientes acciones:

- He desarrollado esta investigación siguiendo las instrucciones brindadas por el CI, desde la elaboración del marco referencial y recolección de la información, hasta el análisis de datos y elaboración del informe final. En tal sentido la información contenida en el presente documento es producto de mi trabajo personal, apegándome a la legislación sobre propiedad intelectual, sin haber incurrido en falsificación de la información o cualquier tipo de fraude, por lo cual me someto a las normas disciplinarias establecidas por el CI- UPSC.
- Al respeto en circunstancias especiales y formas de vidas particulares con consideración a la perspectiva.
- A realizar el proceso de investigación con Integridad científica.
- A obtener la información consentida de los participantes en la investigación.
- A garantizar el bienestar de animales, en cualquier tipo de investigación (No marque, si su proyecto no lo amerita).



FIRMA DEL AUTOR



Huella dactilar

REVISADO POR: V°B°	APROBADO POR: V°B°	FECHA DE APROBACIÓN: 31 de agosto del 2021
Prohibida su reproducción sin autorización del Director de la Unidad de Calidad y Acreditación		

**ANEXO 03: RESOLUCIÓN JEFATURAL 010-2016-ANA(a)**

Expediente : CUT - 135807 - 2015  
 Materia : Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos

**RESOLUCIÓN JEFATURAL N° 010 -2016-ANA**

Lima, 11 ENE. 2016

**VISTO:**

El Memorando N°2484-2015-ANA-DGCRH de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos; y,



**CONSIDERANDO:**

Que, conforme el artículo 15° de la Ley N° 29338, Ley de Recursos Hídricos, es función de la Autoridad Nacional del Agua, dictar normas y establecer procedimientos para asegurar la gestión integral y sostenible de los recursos hídricos;



Que, según el artículo 76° de la acotada Ley, la Autoridad Nacional del Agua en el lugar y el estado físico en que se encuentre el agua, sea en sus cauces naturales o artificiales, controla, supervisa y fiscaliza el cumplimiento de las normas de calidad ambiental del agua sobre la base de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y las disposiciones y programas para su implementación establecidos por la autoridad del ambiente. También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad de recurso;



Que, el artículo 126° del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo N° 001-2010-AG, establece que el monitoreo de la calidad de las aguas, en el marco del Plan Nacional de Vigilancia de la Calidad del Agua, se efectúa de acuerdo con el protocolo aprobado por la Autoridad Nacional del Agua;



Que, asimismo el artículo 6° de las Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, y modificado por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, prescribe que la autoridad competente establece el protocolo de monitoreo de la calidad ambiental del agua, en coordinación con el MINAM y la participación de los sectores respectivos;

Que, el "Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial" fue aprobado mediante Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA;

Que, con Resolución Jefatural N° 251-2015-ANA se publicó un proyecto de protocolo nacional de monitoreo de la calidad de los cuerpos naturales de agua superficial, para que durante el plazo de quince (15) días hábiles, se reciban los opiniones y comentarios respectivos;

**ANEXO 04: RESOLUCIÓN JEFATURAL 010-2016-ANA(b)**

Que, con documento del visto, la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos remite el Informe Técnico N° 175-2015-ANA-DGCRH/GECRH-MEPB/KH y la nueva propuesta de Protocolo que propone estandarizar criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos, continentales y marino costeros, considerando las normas internacionales en su última actualización y estableciendo mayores precisiones para el monitoreo; propuesta que contempla los aportes, comentarios y sugerencias efectuados por las autoridades ambientales correspondientes;

Que, en tal sentido el citado informe recomienda se apruebe el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, ello en cumplimiento a lo previsto en el artículo 6° de las Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para agua, aprobadas por el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, modificado por Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM;

Que, por lo expuesto resulta necesario dictar el acto administrativo que apruebe el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos, y deje sin efecto la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA; y

Con el vistos de la Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos, la Oficina de Asesoría Jurídica y de la Secretaría General, y en uso de las facultades conferidas en el artículo 11° del Reglamento de Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua aprobado por Decreto Supremo N° 006-2010-AG;



**SE RESUELVE:**

**Artículo 1°.- Aprobación**

Aprobar el "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales", que forma parte integrante de la presente resolución.



**Artículo 2°.- Publicación**

Disponer la publicación de la presente resolución y del Protocolo aprobado mediante el artículo precedente en el portal institucional de la Autoridad Nacional del Agua: [www.ana.gob.pe](http://www.ana.gob.pe).



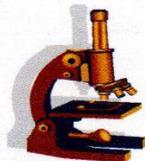
**Artículo 3°.- Derogatoria**

Dejar sin efecto la Resolución Jefatural N° 182-2011-ANA.



**JUAN CARLOS SEVILLA GILDEMEISTER**  
 Jefe  
 Autoridad Nacional del Agua

ANEXO 05: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS  
SETIEMBRE 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO MUESTRA DE AGUA ISLA CCAPI LOS UROS- PUNO.

PROCEDENCIA : ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO.  
INTERESADO : CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ  
MOTIVO : Análisis Físico-Químico de Agua.  
FECHA DE MUESTREO : 16/09/2021.  
FECHA DE ANÁLISIS : 17/09/2021.

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Aspecto : Líquido  
Color : Incoloro  
Olor : Inodoro  
Sabor : Insípido

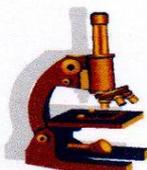
**CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICO:**

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS
pH	---	7.50
C.E.	mS/cm.	1.38
Temperatura	°C	14.5
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.93
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	369.00
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/L	288.00
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> )	mg/L	269.00
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.02
Sólidos Disueltos totales	mg/L	755

**OBSERVACIONES:** La muestra se recibió en el laboratorio.

**Benito Fernández Calloapaza**  
 ANALISTA DE LAS CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS  
 PLANTAS, BIOLOGÍA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

ANEXO 06: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS  
NOVIEMBRE 2021



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO MUESTRA DE AGUA ISLA CCAPI LOS UROS- PUNO.

PROCEDENCIA : ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO.  
INTERESADO : CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ  
MOTIVO : Análisis Físico-Químico de Agua.  
FECHA DE MUESTREO : 02/11/2021.  
FECHA DE ANÁLISIS : 03/11/2021.

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

Aspecto : Líquido  
Color : Incoloro  
Olor : Inodoro  
Sabor : Insípido

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICO:**

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS
pH	---	7.80
C.E.	mS/cm.	1.51
Temperatura	°C	15.0
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.98
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	380.00
Cloruros (como Cl <sup>-</sup> )	mg/L	297.86
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> )	mg/L	280.00
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.03
Sólidos Disueltos totales	mg/L	775

**OBSERVACIONES:** La muestra se recepcionó en el laboratorio.

Analista: *[Signature]*  
 Ing. **Bernabé Fernández Collapareda**  
 ANALISTA DE LAB. CONTROL DE CALIDAD DE AGUAS  
 PLANTAS, BOTANICOLÓGIA DE ALIMENTOS Y FERTILIZANTES

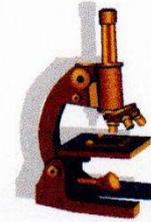
**ANEXO 07: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANÁLISIS BIOLÓGICOS  
SEPTIEMBRE 2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO MUESTRA DE AGUA ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO

PROCEDENCIA : ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO.  
 INTERESADO : CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ  
 MOTIVO : Análisis Microbiológico  
 FECHA DE MUESTREO : 16/09/2021(Por el Interesado).  
 FECHA DE ANÁLISIS : 17/09/2021.

**RESULTADOS**

- Numeración de coliformes totales (NMP)..... : 180 Col . Tot./100ml
- E. coli (NMP)..... : 68/100ml.

OBSERVACIONES. La muestra se recepción en el laboratorio .....

Lorgio Peltrejos Frisancho  
 BIÓLOGO  
 CSP\_2125

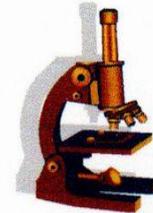
**ANEXO 08: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANÁLISIS BIOLÓGICOS  
NOVIEMBRE 2021**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

ASUNTO: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO MUESTRA DE AGUA ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO

PROCEDENCIA : ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO.  
 INTERESADO : CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ  
 MOTIVO : Análisis Microbiológico  
 FECHA DE MUESTREO : 02/11/2021(Por el Interesado).  
 FECHA DE ANÁLISIS : 03/11/2021.

**RESULTADOS**

- Numeración de coliformes totales (NMP)..... : 150 Col . Tot./100ml
- E. coli (NMP)..... : 47 /100ml.

OBSERVACIONES. La muestra se recepción en el laboratorio

Legajo: 2120  
 BIÓLOGO  
 03/11/2021

**ANEXO 09: RESULTADOS DE LABORATORIO DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS**

OCTUBRE 2021



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA  
**LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS**



**RESULTADO DE ANÁLISIS**

---

**ASUNTO** : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO MUESTRA DE AGUA ISLA CCAPI LOS UROS-PUNO.

---

**PROCEDENCIA** : ISLA CCAPI LOS UROS - PUNO.  
**INTERESADO** : CESAR EFRAIN HUARACHI CRUZ  
**MOTIVO** : Análisis Físico-Químico de Agua.  
**FECHA DE MUESTREO** : 10/10/2021.  
**FECHA DE ANÁLISIS** : 11/10/2021.

---

**CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:**

**Aspecto** : Líquido  
**Color** : Incoloro  
**Olor** : Inodoro  
**Sabor** : Insípido

---

**CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICO:**

DETERMINACIONES	UNIDAD	RESULTADOS
pH	—	7.90
C.E.	mS/cm.	1.48
Temperatura	°C	14.7
Oxígeno Disuelto	mg/L	5.98
Dureza total (como CaCO <sub>3</sub> )	mg/L	374.00
Cloruros (como Cl)	mg/L	297.08
Sulfatos (como SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	mg/L	274.00
Nitratos (como NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	0.027
Sólidos Disueltos totales	mg/L	820

---

**OBSERVACIONES:** La muestra se recepcionó en el laboratorio.



ANEXO 10: ESTÁNDAR DE CALIDAD DE AGUA, CATEGORÍA 1

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

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

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperature	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

ANEXO 11: ESTÁNDAR DE CALIDAD DE AGUA, CATEGORÍA 1 (B)

14		NORMAS LEGALES			Miércoles 7 de junio de 2017 / El Periódico
Parámetro	Unidad de medida	A1	A2	A3	
		Agua que pueden ser potabilizadas con desinfección	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Agua que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	
Níquel	mg/L	0,07	**	**	
Promo	mg/L	0,01	0,05	0,05	
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05	
Uranio	mg/L	0,03	0,02	0,02	
Zinc	mg/L	3	5	5	
<b>ORGANICOS</b>					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>10</sub> - C <sub>24</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0	
Tetrahidroarinas (a)		1,0	1,0	1,0	
Bifenileno	mg/L	0,1	**	**	
Clorofeno	mg/L	0,3	**	**	
Dibenzodioxineno	mg/L	0,1	**	**	
Dibenzofuranos	mg/L	0,06	**	**	
<b>I. COMPUESTOS ORGANICOS VOLATILES</b>					
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**	
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**	
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**	
1,3-Dicloroetano	mg/L	1	**	**	
Tricloroetileno	mg/L	0,005	0,005	**	
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**	
Tetracloro de carbono	mg/L	0,04	0,04	**	
Tetracloro	mg/L	0,07	0,07	**	
<b>BTEX</b>					
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**	
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**	
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**	
Xileno	mg/L	0,5	0,5	**	
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>					
Benc(a)pireno	mg/L	0,007	0,007	**	
Benzo(a)pireno (BaP)	mg/L	0,009	0,009	**	
<b>Organoclorados</b>					
Aldrin	mg/L	0,16	0,001	**	
<b>Organofosforados</b>					
Atrazina + Dinatrin	mg/L	0,0003	0,0003	**	
Clorpirifos	mg/L	0,002	0,002	**	
Dieldrin (Dieldrin) + Dieldrin (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**	
Endrin	mg/L	0,006	0,006	**	
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0003	0,0003	**	
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**	
<b>Carbónidos</b>					
Aldicar	mg/L	0,01	0,01	**	
<b>GLUCOSIDOS</b>					
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**	
<b>EL NITRÓGENO SOLIDOS</b>					
Nitrato Nitrosado (NO <sub>2</sub> )	mg/L	0,005	0,005	**	
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>					
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**	
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	1.000	20.000	
Formas Parasitarias	MP Organismos	0	**	**	
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**	
Virus coliformes	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia	
Organismos de vida libre (algas, protozoos, ciliados, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos) (D)	MP Organismos	0	<0x10 <sup>6</sup>	<0x10 <sup>6</sup>	

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitrato-Ni (NO<sub>2</sub>-Ni), multiplicar el resultado por el factor 4,43 para expresarlo en las unidades de Nitrato (NO<sub>3</sub>).

## ANEXO 12: TOMA DE MUESTRAS



## ANEXO 13: ELABORANDO LA FICHA DE REGISTRO



ANEXO 14: MUESTRA CON TIRAS DE PRUEBA



ANEXO 15: COMPARACIÓN DE LAS TIRAS DE MUESTREO



**ANEXO 16: OBSERVANDO LAS TIRAS DE MUESTREO.**



**ANEXO 17: ETIQUETADO DE LA MUESTRA.**



ANEXO 18: EQUIPO ULTRAMETER II.



**ANEXO 19: ANÁLISIS CON LAS TIRAS DE MUESTREO.****ANEXO 20: TRASLADO DE MUESTRAS AL LABORATORIO.**

**ANEXO 21: TOMA DE MUESTRAS.****ANEXO 22: ANALIZANDO LA TIRA DE MUESTREO DEL PARÁMETRO DE PH.**

**ANEXO 23: GEORREFERENCIACIÓN CON GPS GARMIN 64****ANEXO 24: DESCRIBIENDO LOS FACTORES CLIMÁTICOS.**

ANEXO 25: VISTA DE LAS AGUAS DE LA ISLA CCAPI LOS UROS.

