

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**EVALUACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS Y
BACTERIOLÓGICOS DEL AGUA DE LA LAGUNA CUMUNI CENTRO POBLADO
RINCONADA – 2019.**

PRESENTADO POR:

DANESA MAMANI MAMANI

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 PARÁMETROS FÍSICOS QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS
DEL AGUA DE LA LAGUNA CUMUNI CENTRO POBLADO RINCONADA – 2019.**

PRESENTADO POR:

DANESA MAMANI MAMANI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADO POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

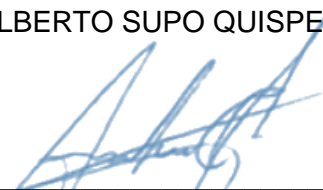
:



Dr. LUIS ALBERTO SUPO QUISPE.

PRIMER MIEMBRO

:



MSc. JORGE ARUHUANCA CARTAGENA.

SEGUNDO MIEMBRO

:



MSc. YESICA MAGNOLIA MAMANI ARPASI.

ASESOR DE TESIS

:



Mg. ELVIRA ANANÍ DURAND GOYZUETA.

Área: Ciencias Naturales.

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua.

Especialidad: Contaminación y Mitigación de Aguas Superficiales: Mares, limos (Lagos, Lagunas) y Cursos de Agua (Ríos, Riachuelos).

Puno, 17 de diciembre de 2021.

DEDICATORIA

A Dios por bendecirme a lo largo de mi vida y estar siempre a mi lado en todo momento y de mi familia.

A las personas que más amo mis padres Luis y Juana por estar siempre a mi lado y por su apoyo incondicional en mi educación quienes con esfuerzo me han permitido seguir mi camino para ser un profesional.

A toda mi familia, quienes, con su cariño, apoyo y brindarme sus consejos que me ayudaron a ser una mejor persona perseverante y optimista con la capacidad de sobresalir ante los diferentes obstáculos.

AGRADECIMIENTO

A los profesionales que brindan su servicio como docentes en la Universidad Privada, por haber inculcado enseñanza en el transcurso de la elaboración de mi investigación

A mi asesor MSc. Anani Elvira Durand Goyzueta, por guiarme y por su apoyo incondicional en la elaboración de mi proyecto de investigación , el cual es un paso muy importante en mi vida.

ÍNDICE GENERAL.

	Pág.
DEDICATORIA	1
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE GENERAL	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ANEXOS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10

CAPÍTULO I

**PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA
INVESTIGACIÓN.**

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.	11
1.1.1. Descripción del Problema.	11
1.1.2. Formulación del Problema.	13
1.2. ANTECEDENTES.	13
1.2.1 Antecedentes Internacionales:	13
1.2.2. Antecedentes Nacionales.	15
1.2.3. Antecedentes Locales.	16
1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.	17

CAPÍTULO II

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

2.1. MARCO TEÓRICO.	18
2.1.1. Calidad del Agua.	18
2.1.2. Características Físico - Químicas del Agua.	18
2.1.3. Parámetros Físicos del Agua.	20
2.1.4. Parámetros Químicos del Agua.	23
2.1.5. Parámetros Bacteriológicos.	24
2.2. MARCO CONCEPTUAL.	25
2.3. MARCO NORMATIVO.	26
2.4. HIPÓTESIS.	27
CAPÍTULO III.	
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.	
3.1. ZONA DE ESTUDIO.	29
3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA.	31
3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.	33
3.3.1 Metodología de Desarrollo.	33
3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.	38
3.4.1. Variable Independiente:	38
3.4.2. Variable Dependiente:	38
3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.	39
CAPÍTULO IV.	
EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	
4.1. EXPOSICIÓN DE RESULTADOS.	42
4.1.1. MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS.	42
4.1.2. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS.	44
4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.	45
CONCLUSIONES.	49
RECOMENDACIONES.	51
BIBLIOGRAFÍA.	52
ANEXOS.	56

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 01. Ubicación de los puntos de muestreo.	32
Tabla 02. Parámetros Seleccionados.	34
Tabla 03. Variable, indicadores.	38
Tabla 04. Resumen de los resultados obtenidos de los parámetros físicos de todas las muestras.	43
Tabla 05. Resumen de los resultados obtenidos de los parámetros químicos de todas las muestras.	43
Tabla 06. Resumen de los resultados obtenidos de los parámetros bacteriológicos de todas las muestras.	43
Tabla 07. Estadísticos Descriptivos de los Valores obtenidos.	44
Tabla 08. Resultados obtenidos de las muestras.	45

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 01: Ubicación del Distrito de Ananea.	30
Figura 02: Ubicación de la laguna Cumuni	31
Figura 03. Ubicación gráfica de los puntos de Muestreo.	33
Figura 04. Gráficos de Control.	41
Figura 05: Control del parámetro Conductividad.	46
Figura 06: Control del parámetro potencial de Hidrógeno.	47
Figura 07: Control del parámetro Coliformes Termotolerantes.	48

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 01: ECA del Agua C3(Riego de Vegetales y bebidas de animales) de acuerdo al DS-004-2017-MINAM.	57
Anexo 02: Prueba de Laboratorio de los Parámetros Físico - Químicos.	58
Anexo 03: Prueba de Laboratorio de Parámetros Bacteriológicos	59
Anexo 04: Galería Fotográfica.	60

RESUMEN

El presente tesis titulada Evaluación de parámetros físicos químicos y bacteriológicos del agua de la laguna Cumuni Centro Poblado Rinconada 2019, tuvo como objetivo principal determinar los parámetros físicos como el, temperatura, conductividad, pH, turbidez, parámetros químicos, nitratos, fósforo, sulfatos, carbonatos bacteriológicos, coliformes totales y coliformes termotolerantes, el proceso de evaluación se realizó en la laguna Cumuni en cuatro puntos diferentes. La metodología empleada en el trabajo de investigación fue de tipo descriptivo, con un diseño no experimental. Para la recolección de información, se tuvo como instrumento una ficha de recojo de datos, la cual estuvo basada en los resultados del monitoreo realizado durante la toma de muestra; Los resultados que se han obtenido después de cada evaluación en cuanto a los parámetros físico químico fueron: temperatura del agua de 13.65 °C, total de sólidos disueltos 35.5 [mg/l], la conductividad 39.57 [uS/cm], la turbiedad de 3.58 [NTU], el pH de 6.76, el Nitrógeno 4.78 [mg/l] y el Fósforo de 0.024 [mg/l], valores que están de acuerdo con los ECAs respectivos; asimismo se midieron los parámetros bacteriológico los cuales arrojaron los valores de coliformes totales igual a 26.25 [NMP/100 ml] y coliformes termotolerantes de 1.00 [NMP/100 ml] valores que también están dentro de los parámetros permitidos, concluyendo que las muestras de agua de la laguna Cumuni se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para aguas (ECAs).

Palabras clave: Evaluación, físico, químico, bacteriológico, calidad, ambiental.

ABSTRACT

The present thesis entitled Evaluation of physical, chemical and bacteriological parameters of the water of the Cumuni Centro Poblado Rinconada 2019 lagoon, had as its main objective to determine the physical parameters such as temperature, conductivity, pH, turbidity, chemical parameters, nitrates, phosphorus, sulfates, Bacteriological carbonates, total coliforms and thermotolerant coliforms, the evaluation process was carried out in the Cumuni lagoon at four different points. The methodology used in the research work was descriptive, with a non-experimental design. For the collection of information, a data collection sheet was used as an instrument, which was based on the results of the monitoring carried out during the sample collection; The results that have been obtained after each evaluation regarding the physical-chemical parameters were: water temperature of 13.65 ° C, total dissolved solids 35.5 [mg / l], conductivity 39.57 [uS / cm], turbidity of 3.58 [NTU], pH of 6.76, Nitrogen 4.78 [mg / l] and Phosphorus of 0.024 [mg / l], values that are in agreement with the respective ECAs; Likewise, the bacteriological parameters were measured which yielded total coliform values equal to 26.25 [NMP / 100 ml] and thermotolerant coliforms of 1.00 [NMP / 100 ml] values that are also within the allowed parameters, concluding that the water samples of the Cumuni lagoon are within the environmental quality standards for waters (ECAs).

keywords: Evaluation, physical, chemical, bacteriological, quality, environmental.

INTRODUCCIÓN

Como bien sabemos el planeta tierra se formó hace 4.500 millones de años y su temperatura era muy alta, cuando la tierra primitiva se fue enfriando el vapor de agua presente en la atmósfera se condensó y se produjeron las primeras lluvias, lo que dio lugar a la formación de océanos (Sánchez-Santillán et al., 2014).

La disponibilidad de agua en la tierra es de 1.386 millones cúbicos de los cuales 97.5% es agua salada y solo el 2.5% es de agua dulce, tenes que tener en cuenta que es estos 2.5% de agua dulce una gran parte está contaminado, por lo cual merece ser cuidada y valorada ya que el agua es un recurso esencial para la vida y el desarrollo de medio ambiente (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental, 2021).

La laguna Cumuni está conformada por agua dulce la cual viene del deshielo del nevado del centro poblado Rinconada cabe mencionar que en este sector se dedican a la minería informal y no cuentan con alcantarillado ni desagüe.

En este sentido resulta necesario realizar la evaluación de sus parámetros físicos químicos y bacteriológicos de dicha laguna de tal forma hacer una comparación de dichos resultados con los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

1.1.1. Descripción del Problema.

A nivel mundial, uno de los problemas más grandes en el planeta es la contaminación del agua, esto es atemorizante, los servicios sanitarios, la agricultura, la industria y otra infinidad de usos. La vida de la tierra comenzó en el agua; ahora el agua dulce da vida a las aguas sedientas, irriga a los cultivos que se secan y es el hábitat de una multitud de seres vivos. Sin embargo, el agua puede significar muerte y destrucción

Hoy en día está comprobado que la contaminación del agua proviene de muchas fuentes diferentes, a menudo en grandes volúmenes. Algunas de las formas de contaminación son con las aguas residuales no tratadas, los desechos industriales, los escapes de tanques de almacenamiento de petróleo, el drenaje de minas y la lixiviación.

Ya en los últimos 50 años, gracias a la presión de parte de los gobiernos en todo el mundo, se han impuesto reglamentos y leyes para proteger los recursos hídricos.

En la mayoría de estas actividades mineras los escapes de metales pesados como el plomo, el mercurio, la plata y el cromo que son sumamente tóxicos para la vida acuática, son uno de los problemas más grandes de contaminación heredados. Muchas veces esos metales son ingeridos por los peces y luego consumidos por las personas.

Muchas veces los productos químicos comerciales empleados hoy en el mundo crean dificultades en los ecosistemas acuáticos esto debido a los derrames accidentales que muchas veces suceden. Otra problemática se debe a los depósitos húmedos y secos de materiales transportados a través de la atmósfera. Esto se origina en las emisiones procedentes de zonas industriales y de automóviles. Los efectos de la lluvia ácida en el medio ambiente acuático son más que obvios en Europa y en América del Norte desde hace algún tiempo y se están volviendo evidentes en otras partes del mundo. A la larga la contaminación del agua dulce se convierte en contaminación marina. Un 80% de la contaminación marina proviene de la tierra, de modo que la salud del medio ambiente marino dependerá mucho del estado de nuestros ríos.

En nuestra región el problema relacionado al agua normalmente está vinculado a la minería informal, pues es uno de los factores que promueve la contaminación ambiental, con ello la población que se ve afectada en sus derechos y por ende causa un impacto ambiental negativo, en Puno tenemos bastante minería del tipo informal que causa la contaminación del agua, una de ellas es la que comprende la cuenca de Inambari la cual nace en la laguna de la Rinconada en el distrito de Ananea y se une con la cuenca del río Cuyocuyo, Vilque Chico, Antauta, Inchupalla y Palca todos los mencionados, ríos que terminan en el Lago Titicaca.

La amalgamación y el bateador se realizan a las orillas de los cursos de agua provocando la contaminación, proceso que se origina cuando el mercurio se diluye en el agua transformándose en diferentes compuestos que son muy tóxicos llegando inclusive a

contaminar a los seres vivos que la consumen, de otra parte junto con estos procesos se da el fogeo donde el mercurio se evapora llegando sus moléculas a la atmósfera donde se suspende y posteriormente regresa al los ríos a través de la lluvia (Mejía, 2018).

Como resultado de la oxidación de los minerales los cuales han sido sulfurados, se obtiene el agua ácida, en especial la Pirita la cual sería el resultado más voluminoso que es agregado a los desechos que generan los desmontes y relaves, llegándose a producir ácido sulfúrico como óxido de hierro. Estas descargas pueden producir efectos secundarios en la flora y fauna de la región (Tejada, 2017)

1.1.2. Formulación del Problema.

Problema General:

¿Cómo es la calidad de agua a partir de los parámetros físicos químicos y bacteriológicos de la laguna Cumuni Centro Poblado Rinconada de acuerdo al ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) de normativa peruana?

Problemas Específicos:

- ¿Cómo se encuentran los parámetros físicos, químicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada- 2019 con relación a la normativa peruana?
- ¿Cómo se encuentran los parámetros bacteriológicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada – 2019 con relación a la normativa peruana?

1.2. ANTECEDENTES.

1.2.1 Antecedentes Internacionales:

Brito et al. (2016) manifiesta que en el análisis de la Laguna Grande el cual recibe aguas residuales del municipio Maturín, parroquia La Pica, Maturín, estado Monagas,

Venezuela realizó el análisis de algunos parámetros físico-químicos y bacteriológicos encontrando resultados de las variables de calidad del agua, como ($p < 0,0001$) entre los lugares y periodos de muestreo, también encontró que los lugares evaluados presentaron contaminación microbiana de moderada a alta. En éste país dependiendo del agua establecida por el Decreto 883 (G/O de la República de Venezuela N° 5021, del año 1995), estos valores encontrados se llegaron a catalogar de alto riesgo.

Flores (2018) concluye que los nitritos de la vertiente Preñadilla presenta un rango de 0,005-0,057 mg/l, el río Itambi 0,04-0,197 mg/l y el Desaguadero presenta un rango de 0,03-0,01 mg/l. Los valores de las medias calculadas detalladas son expuestas, denotando que, el río Itambi presenta la media más alta de nitritos con 0,10 mg/l, los valores de la vertiente Preñadilla en los 4 primeros muestreos se mantiene constante y tienen una tendencia leve a subir en ambos últimos muestreos a diferencia de los valores del Desaguadero los cuáles son bajos y se mantienen relativamente constantes, se llegó a la conclusión que las mediciones de los parámetros físico-químicos en los afluentes vertiente Preñadilla, río Itambi y el efluente Desaguadero, se realizó bajo el protocolo de las normas ISO-INEN 5667-1 y 5667-3, en tanto los protocolos de laboratorio se realizaron con métodos establecidos por la APHA y por procedimientos establecidos en el Handbook HACH, mismos que responden a métodos internacionales.

Según Roldán y Ramirez (2008) describe que dependiendo del estado trófico y de la alcalinidad de las lagunas o lagos de las partes bajas tropicales poseen rangos más amplios de pH entre (5 – 9).

Según Méndez (2021) el sulfato es el anión predominante con un rango de valores de 290 a 2140 mg/L. De los metales pesados, el zinc es el elemento en mayor concentración en los lixiviados, con un rango de concentraciones entre 0.34 a 33 mg/L. El arsénico presenta un rango de concentraciones en los lixiviados de 0.008 a 2.23 mg/L.

1.2.2. Antecedentes Nacionales.

Pinedo (2018) realizó los análisis fisicoquímicos y bacteriológicos en el laboratorio de análisis de la Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología, y en el laboratorio de Anaquímicos; teniendo en cuenta los procedimientos pautados para la determinación de parámetros como: el oxígeno disuelto, Coliformes fecales, pH, Demanda bioquímica de oxígeno, Nitratos, Fosfatos, Temperatura, Turbiedad y Sólidos totales disueltos. Concluyendo así que la calidad del agua de la Laguna Azul, para su uso según los Estándares de Calidad Ambiental, determinada en el DS 004- 2017 MINAM, es de categoría 1, subcategoría B, calificadas como aguas de uso recreacional, pudiendo calificar como aguas de contacto primario y de contacto secundario. Pero esto no implica que se encuentre totalmente libre de cualquier contaminante debido a que se determinó que existe contaminación en la laguna de Sauce: los Coliformes termotolerantes o los llamados fecales, se encuentran alterados en su valor hasta en un 180 % mayor, pasando excesivamente el valor de los ECAs, el valor más alto fue 360 UFC/ 100 ml.

Canaquiri y Ruiz (2016), en aguas superficiales, suelen ser bajos, pero, cuando dependen de escorrentías o lavados por fenómenos fluviales, suelen ser altas, ya sea debido a la contaminación por residuos humanos o animales. Los resultados encontrados en el lago Morona Cocha, por parte del proyecto de investigación, indican: Para Nitratos: en verano (27; 23 y 23) mg/L; media paulatino (22; 25 y 27) mg/L; en creciente (28; 26 y 27) mg/L. Para Nitritos: en verano (0,2; 0,2 y 0,2) mg/L; media paulatino (0,2; 0,2 y 0,1) mg/L; en paulatino (0,6; 0,3 y 0,4) mg/L. Siendo, que, el valor límite es 13 mg/L (DS. N° 015-2015-MINAM). Entonces, el órgano de agua de este lago, contiene nitratos y nitritos, que ayudan a la fotosíntesis.

Mariano et al. (2010), realizaron observaciones en el año 1996, y entre el 2002 - 2007 y permitieron observar el proceso de deterioro de las lagunas, caracterizado por el

incremento en las concentraciones de fósforo total y la disminución del oxígeno disuelto y la transparencia. La comunidad béntica fue evaluada en las siete lagunas en el 2007, resultando el número de especies y los índices de diversidad bajos ($H' < 1,26$; < 8 spp.). La abundancia varió entre 7 y 35 ind./0,04m². La materia orgánica y carbonatos en fondo fueron altos (30,22 - 42,45%).

1.2.3. Antecedentes Locales.

Arohuanca (2016), concluye que la estimación para las diferentes épocas, en los meses de octubre del año 2015 y febrero del año 2016 demuestra que las concentraciones de sales en el efluente presentan diferencias entre concentraciones en las diferentes épocas, con una concentración de 2006 $\mu\text{s/cm}$ en la temporada de octubre siendo la más alta, debido a los contenidos de sales en las aguas residuales domésticas, en cambio en febrero presenta una concentración de 1904 $\mu\text{s/cm}$ de conductividad.

Cuevas (2018), apreció que la temperatura del agua se registró un promedio de 13°C, una máxima de 14.5°C en la Z3 a 8 m de profundidad y una mínima de 11.6°C en la Z3 a 8 m de profundidad. Localizamos valores altos de pH, en promedio 8.6 un mínimo de 8.0 y un máximo de 9.5, asumiendo los valores de la nitidez del agua un máximo de 4 m en la Z2 a 4 m de profundidad y un mínimo de 1 m en la Z1 a 2 m de profundidad. En definitiva, el O.D. registró un valor promedio de 9.0 mg/l se ha tenido un mínimo de 7.0 mg/l en la Z2 a 4 m de profundidad y un máximo de 10.5 mg/l en la Z3 a 8 m de profundidad.

Romero (2018), en su investigación establece la relación de la composición fitoplanctónica y los parámetros físicos y químicos del Lago Titicaca, llegando a establecer ocho puntos de donde se ha extraído las muestras para el respectivo análisis el cual es expresado mediante el índice de Shannon Wiener, el resultado obtenido fué que se encontró una variedad de 7 variedades de Phyla, de los cuales destaca la Paradoxia y Plagiotropis lepidoptera los cuales son reportados como nuevas especies en

el Perú, a su vez en ésta investigación también se encontraron resultados de parámetros físicos y químicos se midieron el Oxígeno Disuelto (4.8 mg/l), nitritos (0.095 mg/l), pH (8.81), nitratos (0.224 mg/L), temperatura (11.3 C°), conductividad (3092.0 µS/cm), salinidad (1864.0 mg/L) y como resultado final establece una relación entre la presencia fitoplanctónica junto a los parámetros físico químicos.

1.3 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la calidad de agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada de acuerdo al ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) de la normativa peruana vigente.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar los parámetros físicos y químicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada.
- Analizar los parámetros bacteriológicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO TEÓRICO.

2.1.1. Calidad del Agua.

En nuestro país como en otros se utilizan como referencia las Guías de la OMS respecto a la calidad del agua, éstas guías se difunden cada doce años, en donde se actualiza información última relacionada al agua y sus características. La descripción y evolución de la calidad de aguas es una materia compleja, no exenta de controversias en cuanto a la capacidad de las diferentes metodologías para informar sobre el carácter cualitativo del recurso hídrico (Ecofluidos Ingenieros S.A., 2012, p. 8).

2.1.2. Características Físico - Químicas del Agua.

En cualquier tipo de agua proveniente de medios naturales se realiza la disolución con diferentes factores como el aire, suelo, vegetación ya que se mezcla de forma natural con ellos, este tipo de combinación se da inclusive con los gases los cuales por el proceso en sí del proceso los elementos quedan distribuidos en proporciones iguales.

También tenemos que agregar que en el medio del agua existen seres vivos que mediante procesos biológicos interactúan en éste medio consumiendo y expulsando diferentes sustancias, de ésta forma en el agua sobre todo la dulce existen un número alto de elementos en su composición química, el cual depende de muchos factores, de los elementos que lo componen más simples que podemos ubicar en las aguas dulces son: los cloruros y nitratos, carbonatos, sulfatos y bicarbonatos.

También parte de la conformación pero en menor cantidad están los fosfatos y silicatos, algunos metales, gases que se han disuelto tal como el oxígeno, nitrógeno y CO₂.

El compuesto del que está conformado químicamente el agua en su estado natural se puede alterar por el ser humano, cuando realiza actividades como las agrícolas, la industria, la ganadería y la minería sobre todo. Éste proceso se dá de diferentes formas a tal punto que como resultado se realiza la mezcla e incorporación de sustancias de diferente procedencia a través de vertidos de agua residuales o también por filtración de diferentes químicos hacia los terrenos..

Esta incorporación ocasiona la degradación de la calidad del agua provocando diferentes efectos negativos como:

- La modificación de los ecosistemas acuáticos
- La destrucción de los recursos hídricos
- Riesgo para la salud
- Incremento del coste del tratamiento del agua para su uso

La composición específica de un agua determinada influye en propiedades físicas tales como densidad, conductividad etc.

Los parámetros de control se pueden agrupar de la siguiente manera:

a). FÍSICOS.

- Color.
- Temperatura.
- Sólidos.
- Conductividad.
- Ph.
- Turbidez.

b). QUÍMICOS.

- Nitratos
- Fósforo
- Sulfatos
- Carbonatos

2.1.3. Parámetros Físicos del Agua.

a). Turbidez

La turbidez es una medida del grado en el cual el agua pierde su transparencia debido a la presencia de partículas en suspensión; mide la claridad del agua.

Medida de cuántos sólidos (arena, arcilla y otros materiales) hay en suspensión en el agua.

Mientras más sucia parecerá que ésta, más alta será la turbidez (González-Marañón et al., 2000).

b) Sólidos en suspensión.

Se denomina así a la diversidad de sustancias que se encuentran en estado de suspensión en el seno del agua los cuales no realizan el proceso de decantación de forma natural.

c). Temperatura.

Los valores de la temperatura en el agua, es de gran importancia en los procesos que ocurren dentro de ella, de tal forma que un incremento puede alterar la solubilidad de las sustancias, las cuales tienen como consecuencias el incremento de los sólidos disueltos y disminución de los gases.

Debemos entender que toda actividad biológica tiende a duplicarse cada vez que se incrementa en diez grados la temperatura, claro que una vez que el agua alcanza cierta temperatura límite para los organismo ésta puede ser letal. Un incremento no normal de la temperatura sucede a causa de un vertimiento resultado de un proceso industrial donde hubo intercambio de calor, dicha temperatura se puede calcular utilizando la termometría "in situ" (Aznar, 2000).

e). Densidad.

El dimensionamiento de las medidas de la densidad en las aguas que tienen elevados valores de salinidad son muy importantes pues determinan el peso dependiendo de los volúmenes calculados.

f). Sólidos.

En forma general se le puede llamar sólidos a los elementos o compuestos que se encuentran en el agua los cuales no son líquidos ni gas, por ende de acuerdo a ésta definición los podemos agrupar en dos: los que están disueltos y aquellos que

se encuentran en suspensión, para cada grupo se puede diferenciar aquellos que son volátiles y los que no los son.

g). Conductividad

En todo elemento la conductividad eléctrica se mide por la capacidad que tiene la sustancia para llevar la corriente eléctrica, de ésta manera se puede determinar los especímenes iónicos que tiene el agua. De acuerdo a cada especie iónica, se puede determinar cuánto aporta en la conductividad, ésta medida no es fácil de calcular pues tenemos que determinar el número total de los iones que tiene la solución.

h). pH.

La determinación del grado del pH, en la medida que presentan sus valores en el agua, ya sea natural o residual, es una propiedad que determina las reacciones biológicas y químicas dentro de la misma. Cuando los valores alcanzados del pH son altos, éstos pueden causar la muerte de los animales que viven en ella, también llegan a alterar de manera importante la flora y la fauna del medio ya que influyen en los cambios de la solubilidad, la alteración de los nutrientes, entre los más importantes.

El pH es una forma muy importante en los sistemas químicos y biológicos de las aguas naturales. Se debe aclarar que el rango en el que debe oscilar el pH del agua es entre los valores de 5 y 9 para que se desarrolle la vida piscícola en ella.

Sin embargo, para la mayoría de las especies acuáticas, la zona de pH favorable se sitúa entre 6,0 y 7,2. fuera de este rango no es posible la vida como consecuencia de la desnaturalización de las proteínas

2.1.4. Parámetros Químicos del Agua.

a). **Nitrógeno.**

Esencialmente el contenido de nitratos se debe a la dilución de los minerales y rocas, los vegetales y animales en descomposición y también de los residuos que vierten las industrias, debemos agregarle a ellos cuando se produce la contaminación cuando se lava la tierra proceso en el cual se vierte de abono y fertilizantes para lograr actividades agrícolas.

En el tipo de aguas residuales, la cantidad de Nitrógeno es muy poca, debido principalmente al estado reductor de éste medio.

b). **Fósforo.**

El fósforo en su estado elemental no lo podemos ubicar en su estado natural, sin embargo los fosfatos, polifosfatos, pirofosfatos y ortofosfatos si se pueden encontrar en aguas residuales como en las naturales, sin embargo el fosfato el cual se encuentra orgánicamente unido si se puede ubicar en las aguas naturales. Éste elemento es denominado como macronutriente del tipo esencial, el cual es acumulado por una diversidad de organismos.

c). **Sulfatos.**

El nombre del sulfato proviene de la oxidación estable del azufre, el cual se diluye fácilmente en el agua, pero se debe aclarar que el sulfato de estroncio, bario y el plomo no son solubles. Cuando disolvemos el sulfato, éste se reduce a sulfito y se volatiliza hacia la atmósfera como ácido sulfhídrico (Nina & Pinto, 2014, p. 35).

d). **Carbonatos.**

Un carbonato es una sal del tipo ácido carbónico el cual está agregado al grupo $R-O-C(=O)-O-R'$, una característica de ellos es que tienen el anión CO_3^{2-} en común, que a su vez es un derivado del ácido carbónico H_2CO_3 , dependiendo del pH pueden estar en equilibrio con el dióxido de carbono y el bicarbonato.

Dentro de los diferentes carbonatos menos los que son del tipo metales alcalinos, podemos mencionar que son poco solubles en el agua, es por eso que son importantes en el área de la geoquímica al formar parte de muchas rocas y minerales.

En nuestro medio en estado natural podemos encontrar el tipo de carbonato en gran cantidad el carbonato cálcico ($CaCO_3$) el cual los podemos encontrar en sus formas de calcita como aragonito, los cuales componen las rocas sedimentarias como calizas o margas y las metamórficas como el mármol y se puede decir que es el cemento natural en algunas areniscas.

2.1.5. Parámetros Bacteriológicos.

La OMS (1994) establece que el agua es apta bacteriológicamente para consumo humano si se encuentra exenta de microorganismos patógenos de origen entérico y parasitario intestinal. Sin embargo, la presencia de coliformes en una muestra de 100 mL no siempre indica que el agua está contaminada con microorganismos patógenos, sino que, en términos estadísticos, su concentración es una característica que alerta sobre la existencia de contaminación fecal y de microorganismos patógenos (Bautista Olivas et al., 2013).

a). Coliformes totales.

Los coliformes totales se refieren al grupo de los bacilos gramnegativos, anaerobios y aerobios del tipo facultativos, los que son no esporulados pertenecientes a los coliformes llegando a formar varios géneros como: Citrobacter, Enterobacter, Escherichia, Klebsiella

dentro de los más comunes. Estos coliformes se pueden encontrar dentro del intestino humano como el de los animales, sin embargo se los puede encontrar en otros ambientes como las plantas, el suelo, agua y cáscara de huevo y otros.

Normalmente una gran cantidad de los coliformes que coexisten dentro de los sistemas de distribución no es a causa de un mal tratamiento en la planta, sino más bien a un recrecimiento de las bacterias en el sistema de transporte (Flores, 2016).

b). Coliformes termotolerantes.

Éste tipo de coliformes componen diferentes géneros como: Citrobacter, Escherichia, Klebsiella, Enterobacter entre los más comunes, como parte del grupo la única bacteria procedente de origen fecal es la Escherichia Coli, el cual forma el "coliforme fecal", que son capaces de crecer a 44 °C a diferencia de las otras coliformes que no resisten esa temperatura. Actualmente a las bacterias coliformes fecales se las llama "termotolerantes" (Flores, 2016).

2.2. MARCO CONCEPTUAL.

2.2.1. Agua en estado natural: Llamada también agua cruda la cual se encuentra en el ambiente (océanos, aguas subterráneas, aguas superficiales, lluvias) aquellas que no han modificado su estado natural, no recibieron tratamiento.

2.2.2. Aguas residuales: Son todas aquellas aguas que fueron usadas con un fin o beneficio.

2.2.3 Agua tratada: Se define como agua tratada o potable aquella a la cual se le han cambiado o variado sus características físicas, químicas y biológicas esto con el propósito de utilizar en algún uso benéfico.

2.2.4 Propiedades de agua: el agua considerada totalmente pura solo existe en un laboratorio. en la naturaleza el agua está en contacto con muchos factores naturales las cuales alteran su composición original

2.3. MARCO NORMATIVO.

El Estándar de Calidad Ambiental es legalmente “la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente”.

Una explicación más ampliada lo damos en la líneas siguientes, el ECA del agua se puede considerar una unidad de medida, el cual nos ayuda a determinar cómo usar un cuerpo de agua dependiendo de la calidad que presenta, esto depende de los valores naturales o la cantidad de contaminantes que pueda contener,

El ECA se puede también entender como parámetros que ayudan a cuidar el ambiente y la salud, estableciendo para ello objetivos de calidad los cuales son de cumplimiento obligatorio por las instancias que tienen a cargo actividades económicas y diferentes áreas,

En nuestro país, con la Ley de Aguas del Decreto Ley N° 17752 de año 1969 y posteriormente con la Ley de Recursos Hídricos cuyo número es: 29338 del año 2009; se indica que los ECA para el Agua se establecen en base a las categorías calculadas en relación al uso que se le va a dar al cuerpo natural de agua.

Se puede mencionar que cada categoría ECA tiene establecido un valor que guarda concordancia con la utilización que se le vaya a dar al cuerpo de agua respectivo, así si es que el destino del agua a utilizar será el consumo humano se deben considerar los

valores establecidos de la Categoría 1, sin embargo si se va a utilizar el agua para el riego, los valores a considerar, serán los de la Categoría 3.

Este tipo de categorización puede traer confusión, por ejemplo la categoría utilizada para consumo humano directo haya sido categorizado por la autoridad competente como la de riego de vegetales.

De la misma manera tenemos que destacar que el ECA de Agua en nuestro país ha sido planteado considerando estándares internacionales, es por eso que la normativa ha sido referenciada de las normas de la Organización Mundial de la Salud para el caso de la producción de agua potable, es decir la Categoría 1 y para el caso de las aguas con destino para el riego de plantas y bebida para los animales es decir la Categoría 3 se han equiparado de las normas de la ONU para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Se debe también aclarar que las referencias internacionales se actualizan continuamente dependiendo de los estudios continuos de toxicidad. El Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM que renueva los ECAs para el Agua considera las normas y guías más recientes, MINAM (2015-12-30).

En el año 2017 se aprueba el D.S. N°004-2017-MINAM, El cual establece los niveles de concentración de los elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor y componentes básicos.

2.4. HIPÓTESIS.

HIPÓTESIS GENERAL

Los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada 2019, varían significativamente de acuerdo a la normativa actual.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- Los parámetros físicos y químicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada presentan concentraciones elevadas con relación a la normativa peruana.
- Los parámetros bacteriológicos del agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada son significativamente elevadas respecto a la normativa.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1. ZONA DE ESTUDIO.

Pertenciente al departamento de Puno se encuentra la provincia de San Antonio de Putina y el Distrito de Ananea es uno de los distritos que la conforma, Ananea está a una altura de 4,865 metros sobre el nivel del mar, la ubicación es: 14 grados 40' 40" Latitud sur y 69 grados 31' 56" Longitud Oeste, ubicado entre los nevados de la Cordillera Oriental de los Andes. Allí podemos encontrar el más importante es el nevado Ananea (5852 msnm) en sus faldas podemos encontrar los asientos auríferos más grandes que hay en la provincia, el distrito está conformado por los centros poblados de: Trapiche, Lunar de Oro, la Rinconada, Oriental y Chuquine, y dentro de las comunidades que destacan están: Ananea, Cajón Huyo, Belén, Pampa blanca, Casa Blanca, Trapiche, Chuquine, San Miguel Peña azul y Limata.

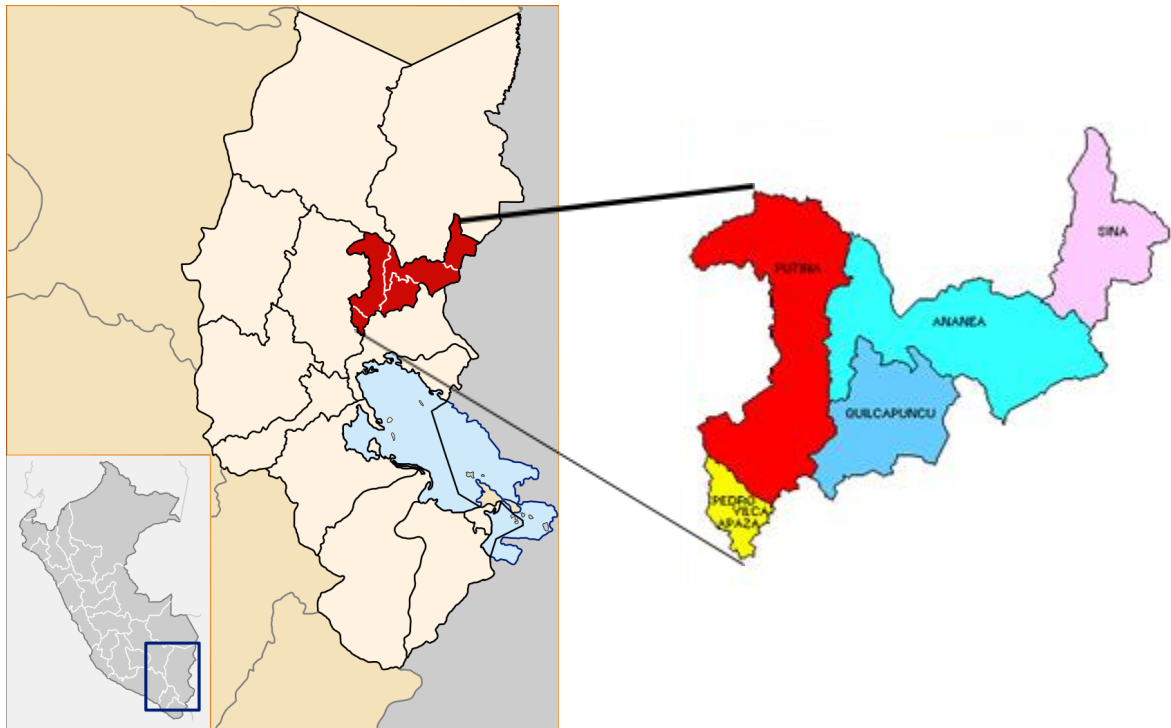


Figura 01: Ubicación del Distrito de Ananea.

Fuente: Adaptado de las imágenes de (Wikipedia, 2021)

En el Centro Poblado la Rinconada, debemos mencionar que no posee saneamiento ambiental, tampoco posee saneamiento de agua por lo cual no cuenta con sistemas de alcantarillado.

- **Laguna Cumuni:** Ubicado en el sector sur del Centro Poblado la Rinconada, la laguna es alimentada por el deshielo y las aguas desechadas por la minera ubicada en el lugar la cual así mismo existe contaminación aurífera.



Figura 02 : Ubicación de la laguna Cumuni.

Fuente: Adaptado de las imágenes de Google Maps.

3.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA.

3.2.1. La Población.

Conformado por el cuerpo de aguas de la laguna Cumuni del centro poblado la Rinconada.

3.2.2. La Muestra.

La parte representativa del cuerpo de agua a estudiar, en la cual se analizarán los parámetros de interés (Autoridad Nacional del Agua, 2016); pues de acuerdo al ANA se tiene las siguientes formas de tomar muestras de aguas superficiales:

- Muestra simple o puntual.
- Muestra Compuesta.
- Muestra integrada.

Para la presente investigación el tipo de muestra seleccionado fué el de **Muestra Simple o Puntual** el cual consiste en “la toma de una porción de agua o punto o lugar determinado para su análisis individual. Representan las condiciones y características de la composición original del cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante que se realizó su recolección...” (Autoridad Nacional del Agua, 2016, p. 29).

Se realizaron cuatro puntos de muestra in situ en el mes de marzo del 2021.

Así pues se consideró 4 estaciones de muestreo, la primera estación ubicada al frente de la minera titán, la segunda estación ubicada al frente del botadero minero, la tercera estación está ubicada entrada pequeño riachuelo, la cuarta estación está ubicada al borde de la laguna.

Tabla 01. Ubicación de los puntos de muestreo.

Código	Ubicación	Coordenada UTM
PM - 1	Frente a la minera Titan	19S 453029.9E 8382225.6N
PM - 2	Frente al botadero minero	19S 453105.2E 8382108.6N
PM - 3	Entrada pequeño riachuelo	19S 452854.8E 8382221.2N
PM - 4	Borde del lago	19S 452890.9E 8382100.7N

En la siguiente imagen se aprecia su ubicación



Figura 03 : Ubicación gráfica de los puntos de Muestreo.

3.2.2. Unidad de Análisis.

Es el agua superficial de la laguna Comuni.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS.

3.3.1 Metodología de Desarrollo.

Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos para evaluar la cantidad de agua.

3.3.1.1. Selección de la zona de los puntos de muestreo.

La forma de la selección se explica en el punto 3.2.2 de la presente investigación y los resultados de la selección se detallan en la Tabla N° 01.

3.3.1.2. Selección de parámetros.

Tabla 02. Parámetros Seleccionados.

PARÁMETRO	QUÍMICO S	FÍSICOS	BACTERIOLÓGI COS
Color		X	
Temperatura		X	
Sólido		X	
Conductividad		X	
pH		X	
Turbidez		X	
Nitratos	X		
Fosfatos	X		
Sulfatos	X		
Carbonatos	X		
Coliformes totales			X
Coliformes termotolerantes			X

Fuente: Elaborado a partir de la información del Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección Regional de Salud (Anexo 02, 03).

3.3.1.3. Determinación de los Valores de los Parámetros.

a) Determinación de turbidez.

Método nefelométrico:

- Proceso de calibración:

Se calibraron los equipos de acuerdo al manual de instrucciones, se calibró con la solución de 40 NTU y se procedió a leer las lecturas de las diferentes muestras de turbidez.

- **Cálculo de resultados.**

La turbidez se calculó en NTU (Unidad Nefelométricas de turbiedad).

$$Turbidez = \frac{A \times V}{T}$$

Donde:

A: NTU de la muestra diluida

B: Volumen de matraz de dilución, ML

T: Volumen de muestra tomada para diluir, ML

b) Determinación del pH.

Método electrónico

- Calibración del instrumento

Se siguieron las instrucciones del medidor de pH. En la calibración se usaron como mínimo dos de la solución tampón, los cuales los valores de pH deben cubrir el rango de pH esperando por la muestra a medir.

Se llevaron las muestras a la misma temperatura.

- Medición.

Se realizó la medida del pH de la muestra indicada y la temperatura de la misma, una vez realiza las medidas, se enjuago y se secó suavemente el electrodo

- Cálculo de resultados.

Los resultados se reportan en unidades de pH con una precisión de 0,01 y la temperatura con una precisión de 0,1 °C.

c) Determinación de Conductividad.

- Proceso.

Se procedió a calibrar el conductímetro con la solución de KC1, posteriormente se procedió con las instrucciones del conductímetro utilizado.

- Medición.
 - Se limpió el electrodo del conductímetro con una o más partes de la muestra.
 - Se situaron las muestras de tal manera que no se encuentren burbujas de aire.
 - Se realiza la lectura de la conductividad de las muestras.

d) Determinación de Sulfatos.

- Calibración del Instrumento

La calibración se realizó con concentraciones que tengan entre 1 y 10 mg/L o entre 10 y 40 mg / L del sulfuro a partir de la solución estándar de sulfato, para que la curva contenga la concentración de la muestra.

Se pipeteo 100,0 mL de una solución estándar en un matraz Erlenmeyer de 250 mL se agregó 20,0 mL de solución buffer A para soluciones de concentraciones mayores a 10 mg/L, o 20,0 mL de buffer B para concentraciones menores a 10 mg/L.

Se agregó una punta de espátula de cristales de BaCl₂ y se agitar a velocidad constante durante 60± 2s.

Se pusieron la solución en una celda y se midió la absorbancia a los 5± 0,5 minutos a 420 nm.

De la misma manera se realizó con los demás estándares.

- Cálculo y resultados

Medida con buffer 1.

$$\text{Sulfatos} = \frac{C \times 1000}{V}$$

Donde:

Sulfatos = mg SO

C: mg / L de la muestra, determinado con la curva de calibración, usado como dato de absorbancia:

V: m L de muestra tomados para la determinación

Medida con buffer 2

$$\text{Sulfatos} = \frac{(M-B) \times 1000}{V}$$

Donde:

Sulfatos = mg SO

M: mg/L aparente de la muestra leída de la curva de calibración

B: mg/L del blanco leído de la curva de calibración

V: m L de muestras tomados para la determinación

d) Determinación de Nitratos.

- Curva de Calibración.

Se realizó la preparación de la solución estándar de nitrato en un rango entre 0y7 mg NO₃-/L por dilución de la solución intermedia de nitrato.

Se añadió 50 ml de solución estándar a 220 y 275 nm contra un blanco de agua.

Se graficó la absorción recogida vs concentración de nitrato. Se verificó la curva periódicamente.

- Medición.

Se midió la absorción de la muestra a 220 y 2750 nm contra un blanco de agua.

- Cálculos y resultados.

La absorción corregida se calcula como:

Absorbancia nitratos= (Abs 220- Abs 275)

Si el valor corregido es mayor al 10% de la lectura realizada a 220 nm, este método no debe ser aplicado.

Los resultados se expresan como mg/L de nitrato como nitrógeno (mg NO₃-N/L).

e) Determinación de Coliformes totales y Termotolerantes.

Se obtuvo las muestras de los puntos determinado PM-1 (frente a la minera Titán) PM-2 (frente al botadero minero) PM-3 (entrada pequeño recuelo) PM-4 (borde de la laguna) de las cuales se sacaron una muestra de 10 [ml] de cada punto, estas muestras fueron llevados a la Dirección Regional de Salud – Puno, Laboratorio de Control Ambiental (Diresa).

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES.

3.4.1. Variable Independiente:

- Características del agua (parámetros físicos químicos y bacteriológicos)

3.4.2. Variable Dependiente:

- Estado de la Laguna.

Tabla 03. Variable, indicadores.

VARIABLE	INDICADOR	ÍNDICE
	Parámetros Físicos	
	Color	
	Temperatura	°c
	Sólidos	mg/l
	Conductividad	Us/cm
Independiente	Características del agua (parámetros físicos químicos y bacteriológicos)	ph
		unidad
		Turbidez
		ml
	Parámetros Químicos	
	Nitrógeno	mg/l
	Fósforo	mg/l
	Parámetros Bacteriológicos	

		Coliformes	
		totales	ufc/100ml
		Coliformes	
		Termotolerantes	ufc/100ml
Dependie nte	Estado de la Laguna	Parámetros	Estándares nacionales de calidad ambiental para aguas DS N°004-2017- MINAM
		físico químicos	
		Parámetros	
		bacteriológicos	

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO.

De acuerdo al tipo de investigación que corresponde a nuestro trabajo, se ha determinado utilizar un análisis estadístico no experimental descriptivo, el cual nos permitirá obtener la siguiente información de cada una de las muestras recolectadas:

- La media aritmética.

$$\bar{x} = \frac{PM1+PM2+PM3+PM4}{4}$$

Donde PM es el valor del parámetro de la muestra en 1,2,3,4.

- Valor Máximo.

Es el valor numérico máximo del conjunto de datos obtenido de los valores de las muestras por parámetro.

- Valor Mínimo.

Es el valor numérico mínimo del conjunto de datos obtenido de los valores de las muestras por parámetro.

- Desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Donde:

X_i = Valores obtenidos de la medición de cada parámetro por muestra.

\bar{X} = Media Aritmética.

N = Número de muestras.

Con los valores obtenidos se construirá una tabla que nos permitirá ver en resumen los promedios de los valores de los parámetros obtenidos en la laguna de Comuni.

Metodología de Comparación de Datos:

Los resultados anteriores se deberán de comparar con los valores establecidos en los Estándares Nacionales de Calidad de Agua y Recursos Hídricos - ECA (Ver Anexo N°01).

Para una mejor interpretación y entendimiento del comportamiento de los datos, utilizaremos una herramienta de análisis de datos que se utiliza como un diagrama que muestra los valores del producto de una medición de una característica de calidad.

Los gráficos de control representan la evolución de una característica de calidad cuya variabilidad se requiere controlar (en el eje de ordenadas) , en función de las unidades de producto controladas (en eje de abscisas). De acuerdo con la naturaleza de la característica de calidad se distinguen tres tipos de gráficos: por variables, por atributos y por número de defectos. (Cuatrecasas Arbós, 2011, p. 323).

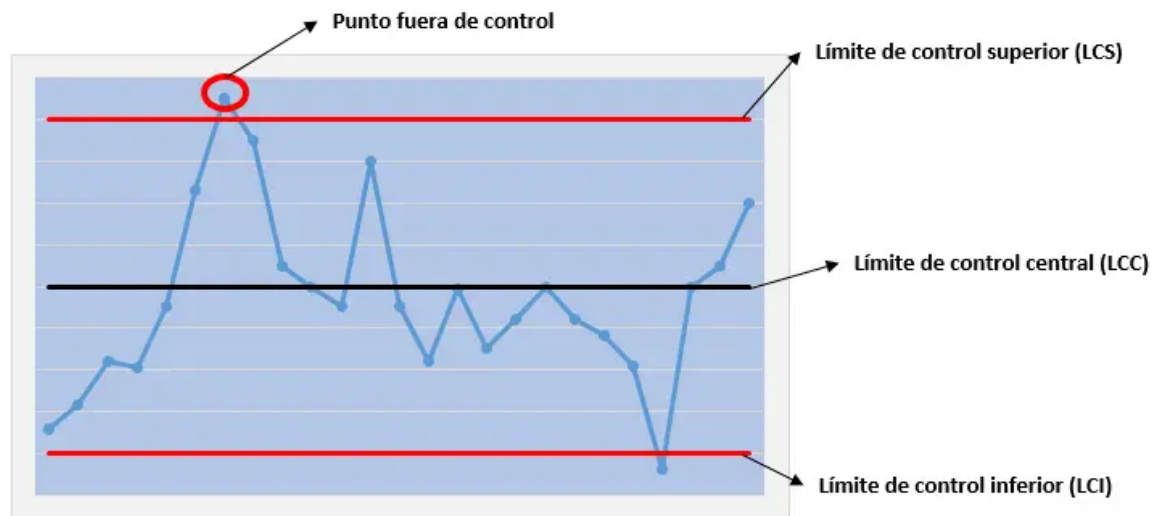


Figura 04. Gráficos de Control.

En nuestro caso:

El LCS. Los valores del ECA matemáticamente son valores máximos, por ende el LCS asumirá éste valor dependiendo del parámetro medido.

El LCC. Es el valor promedio obtenido que resulta de calcular la media aritmética de los cuatro valores de cada uno de los parámetros.

El LCI. Debido a que los valores de los ECA no asumen valores negativos, el valor asumido para el control será igual a cero.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

4.1. EXPOSICIÓN DE RESULTADOS.

Al haber culminado con la metodología planeada se realizó la tabulación y se sintetizó los indicadores de tal forma facilitar la comprensión de las variables estudiadas.

Se evaluaron cuatro puntos de muestreo representativas a la laguna Cumuni, donde se representarán los resultados a través cuatros y gráficos en barra.

Para la evaluación de la calidad de agua de la laguna Cumuni del Centro Poblado Rinconada de acuerdo al ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) de la normativa peruana vigente, se ha agrupado los resultados en un sólo cuadro, el cual contiene los resultados de los parámetros físico y químicos junto a los bacteriológicos, para ello se procede a exponer dichos resultados:

4.1.1. MEDICIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS.

Después de las mediciones respectivas (puede ver la galería fotográfica en Anexos)

Tabla 04. Resumen de los resultados obtenidos de los parámetros físicos de todas las muestras.

PARÁMETROS	MUESTRA			
	PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4
Color				
Temperatura (°c)	13.8	13.8	13.5	13.5
Sólidos (mg/l)	36.3	33.4	36.1	36.2
Conductividad (uS/cm)	35.8	40.6	39.8	42.1
Potencial de Hidrógeno (ph)	6.83	6.9	6.58	6.74
Turbidez (ml)	2.51	3.44	4.5	3.9

Tabla 05. Resumen de los resultados obtenidos de los parámetros químicos de todas las muestras.

PARÁMETROS	MUESTRA			
	PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4
Nitrógeno (mg/l)	4.31	4,22	5.42	5,18
Fósforo (mg/l)	<0,010	<0,010	0,047	0,031

Tabla 06. Resumen de los resultados obtenidos de los parámetros bacteriológicos de todas las muestras.

PARÁMETROS	MUESTRA			
	PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4
Coliformes totales (NMP/100ml)	35	22	38	10
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	1	1	1	1

En las tablas 04,05 y 06 se puede apreciar el resumen de los datos obtenidos por cada una de las cuatro muestras, mostrando los resultados y los valores obtenidos por cada uno de los parámetros indicados.

4.1.2. CÁLCULOS ESTADÍSTICOS.

Tabla 07. Estadísticos Descriptivos de los Valores obtenidos.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. Desviación
TEMPERATURA	4	13,5	13,8	13,65000	0,17320
SÓLIDOS	4	33,40000	36,30000	35,50000	1,40238
CONDUCTIVIDA D	4	35,80000	42,10000	39,57500	2,69119
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	4	6,58	6,90	6,76250	0,13817
TURBIDEZ	4	2,510000	4,50000	3,58750	0,83926
NITRÓGENO	4	4,2200	5,42000	4,78250	0,60665
FÓSFORO	4	,010	,047	0,02450	0,01797
COLIFORMES TOTALES	4	10	38	26,25000	12,86800
COLIFORMES TERMOTOLERA NTES	4	1	1	1,00	0,0000

En la tabla 07, se muestra los resultados de los parámetros analizados en la laguna Cumuni de Ananea, en la cual se observa que los parámetros se encuentran por debajo de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas.

4.2. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.

Tabla 08. Resultados obtenidos de las muestras.

PARÁMETROS	ECAS Agua (D.S.		MUESTRA			
	N°004-2017-		PM - 1	PM - 2	PM - 3	PM - 4
	MINAM)					
color	100 (a)					
Temperatura (°c)	Δ3		13.8	13.8	13.5	13.5
Sólidos (mg/l)	**		36.3	33.4	36.1	36.2
conductividad						
(uS/cm)	2 500		35.8	40.6	39.8	42.1
Potencial de						
Hidrógeno (ph)	6,5 - 8,5		6.83	6.9	6.58	6.74
turbidez (ml)	**		2.51	3.44	4.5	3.9
nitrógeno (mg/l)	**		4.31	4,22	5.42	5,18
fósforo (mg/l)	**		<0,010	<0,010	0,047	0,031
coliformes totales						
(NMP/100ml)	**		35	22	38	10
coliformes						
termotolerantes			<1	<1	<1	<1
(NMP/100ml)	1000	2000				

A continuación explicaremos la forma en la que se cumple con los LPM en cada uno de los parámetros evaluados.

Para el caso de la temperatura:

- De acuerdo a la tabla 07, los resultados del promedio de los PM (puntos muestrales) fue en promedio 13.65 °C, comparando éste valor con los del ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM), establece que la temperatura no debe oscilar más allá de los 3 °C del promedio mensual multianual, la información oficial de la temperatura mensual multianual (*SENAMHi - Puno, 2021*) no está disponible para la zona de la Rinconada, por lo que no se puede negar el cumplimiento de éste indicador.
- Para el caso de los sólidos de acuerdo a la Tabla N° 03 se ha encontrado en un nivel de 35.5 [mg/l], comparado con el ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) vemos que no aplica para la subcategoría 3, por lo que podemos afirmar que si cumple con el estándar.
- Para el caso del parámetro *Conductividad* el valor obtenido es 39.57500 [uS/cm] podemos observar en el siguiente gráfico:

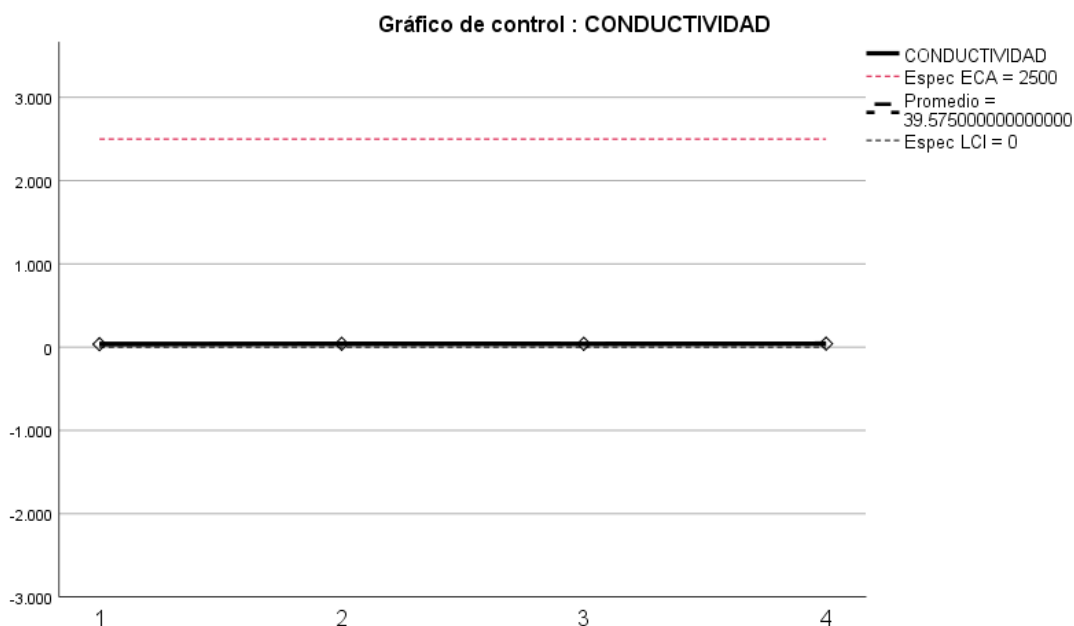


Figura 05: Control del parámetro Conductividad.

Claramente puede observarse que está por muy debajo del ECA establecido, por lo que se puede afirmar que se cumple con el ECA del parámetro de Conductividad.

- En el caso del parámetro Potencial de Hidrógeno se ha encontrado un valor promedio de 6,76250 [pH], el análisis de los valores de los 4 puntos de muestreo en el siguiente gráfico:

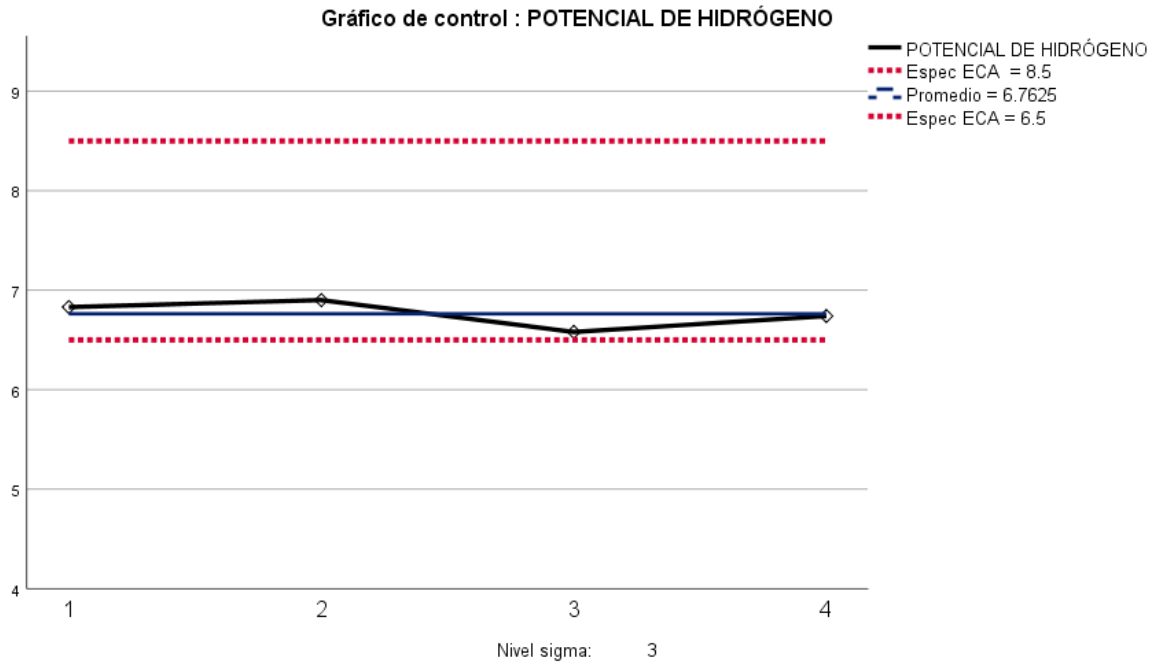


Figura 06: Control del parámetro potencial de Hidrógeno.

En la figura se puede observar como los 4 valores se encuentran dentro del rango de los parámetros aceptables por el ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM).

- Para el parámetro de acuerdo al cuadro N° 03 respecto a la turbidez, nitrógeno, fósforo, coliformes totales se tienen los valores promedios de: 3.59 [ml], 4.78 [mg/l], 0.024 [mg/l] y 26.25 [NMP/100ml] respectivamente; que de acuerdo al ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) estos 4 parámetros no aplican para la categoría 3.
- En el caso del parámetro de Coliformes Termotolerantes se tiene en promedio de acuerdo a los valores obtenidos que es igual a <1 (NMP/100ml), por lo que comparado con el valor del ECA que es 1000

(NMP/100ml), obviamente se concluye que si se cumple con éste parámetro, la distancia de 1 a 1000 es muy grande, lo cual se puede observar en el siguiente gráfico de control:

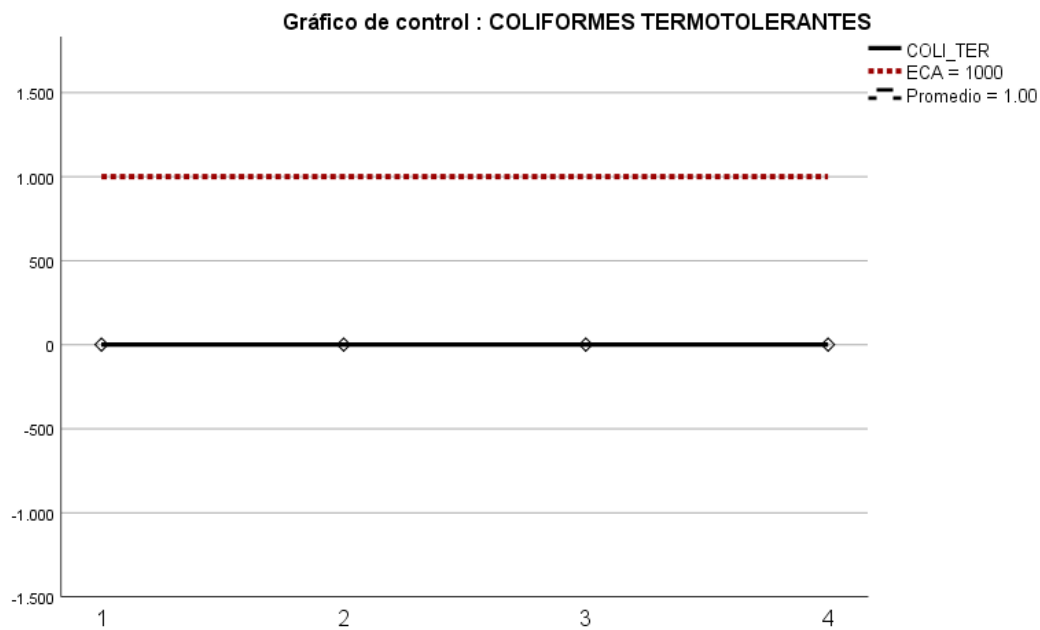


Figura 07: Control del parámetro Coliformes Termotolerantes.

CONCLUSIONES.

- Como resultado de la evaluación de la calidad de agua de la laguna Comuni del Centro Poblado Rinconada, se han analizado los parámetros de calidad: físicos, químicos y bacteriológicos, resultados obtenidos que fueron comparados con el ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) vigente; y debemos concluir que los parámetros analizados cumplen con el Estándar de Calidad de Agua.
- Se realizó el análisis de los parámetros físicos - químicos, teniendo como resultado para la temperatura 13.65 (°c), sólidos 35.50 (mg/l), conductividad 39.57 (uS/cm), potencial de hidrógeno 6,76 (ph), turbidez 3.58 (ml), nitrógeno 4.78 (mg/l), fósforo 0.024 (mg/l) en el laboratorio de Control Ambiental de la Dirección Regional de Salud - Puno, estos resultados se pueden observar en el Cuadro N° 02, valores que posteriormente fueron comparados con el ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) en la categoría 3, concluyendo que cumplen con el estándar mencionado.
- Para el análisis de los parámetros bacteriológicos como: los coliformes totales y coliformes termotolerantes después de la obtención de los cuatro puntos muestrales se han procedido a su análisis en el Laboratorio de Control Ambiental de la Dirección Regional de Salud - Puno, siendo éstos valores 26.25

(NMP/100ml) de coliformes totales y menor a 1 (NMP/100 ml) en coliformes termotolerantes; los cuales posteriormente fueron comparados con el ECAS Agua (D.S. N°004-2017- MINAM) en la categoría 3, observando que están por muy debajo de los valores y que se puede concluir que cumplen con el estándar mencionado.

RECOMENDACIONES.

- Se recomienda a los profesionales relacionado con temas ambientales fomentar en nuestro ámbito local las investigaciones respecto a la calidad del agua, estudios como la evaluación de parámetros ya sean físicos, químicos y otros que se consideren, ya que estos análisis nos darán un punto de partida para saber el estado situacional del entorno que nos rodea.
- Para las autoridades de la Rinconada, deben de fortalecer la investigación sobre la calidad ambiental de la laguna Cumuni, para que de esta forma los pobladores y autoridades de la ciudad de la Rinconada lo pueda considerar como parte de nuestro ecosistema y no como un botadero de aguas residuales y otros desechos, de ésta manera logrando una conciencia ambiental.
- Las entidades gubernamentales a nivel de la región deben fomentar proyectos experimentales e investigaciones que detengan la forma en la que se contaminan las lagunas en general, en especial aquellas de las cuales la sociedad depende de su uso tanto para consumo como para otras actividades.

BIBLIOGRAFÍA.

- Alva Pinedo, L. J. (2018). Determinación de la calidad del agua de la laguna azul de sauce para su uso según estándares de calidad ambiental (ECAS). *Repositorio de Tesis - UNSM-T*. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2891>
- Arohuanca Calisaya, C. A. (2016). *Evaluación de la carga de nitrógeno y fósforo en los principales fuentes puntuales que vierten al lago Titicaca como fuente de Eutrofización Puno 2015* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA].
<https://1library.co/document/y8g39x5z-evaluacion-nitrogeno-fosforo-principales-fuentes-puntuales-titicaca-eutrofizacion.html>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*.
https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf
- Aznar, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de calidad de las aguas. *Revista interdisciplinaria de gestión ambiental*, 2(23), 12-19.
- Bautista Olivas, A. L., Tovar Salinas, J. L., Mancilla Villa, Ó. R., Magdaleno Flores, H., Ramírez Ayala, C., Arteaga Ramírez, R., & Vázquez Peña, M. A. (2013). Calidad microbiológica del agua obtenida por condensación de la atmósfera en Tlaxcala, Hidalgo y Ciudad de México. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 29(2), 167-175.
- Brito, D., Rivero, J., Guevara, M., Vásquez, F., Díaz, B., & Gil, J. (2016). *ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE LA LAGUNA GRANDE, PARROQUÍA LA PICA, MATURÍN - ESTADO MONAGAS, VENEZUELA*. 28, 9.
- Canaquiri, W., & Ruíz Calderón, V. (2016). *Estudio y análisis Físico-Químico y*

- Bacteriológico, del cuerpo de agua del Lago Morona Cocha-Iquitos- Loreto*
[UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA AMAZONIA PERUANA].
https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4855/Weyser_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cuatrecasas Arbós, L. (2011). *Organización de la producción y dirección de operaciones: Sistemas actuales de gestión eficiente y competitiva*. Díaz de Santos.
- Cuevas Alave, A. B. (2018). Macroinvertebrados bentónicos como referentes de la calidad de aguas del Lago Titicaca en el Centro de Investigación y tratamiento tecnológico Chucuito—Puno. *Universidad Nacional del Altiplano*.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9155>
- Ecofluidos Ingenieros S.A. (2012). *ESTUDIO DE LA CALIDAD DE FUENTES UTILIZADAS PARA CONSUMO HUMANO Y PLAN DE MITIGACIÓN POR CONTAMINACIÓN POR USO DOMESTICO Y AGROQUÍMICOS EN APURÍMAC Y CUSCO* (p. 105).
<http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/15.pdf>
- Flores, J. C. (2016). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental,. (2021). Agua en el planeta. *Agua.org.mx*. <https://agua.org.mx/en-el-planeta/>
- González-Marañón, A., Palacios-Mulgado, I., & Domínguez-González, A. L. (2000). Evaluación espacio-temporal de la calidad de las aguas en la Cuenca Hidrográfica Guaos-Gascón. *Revista Cubana de Química*, 33(1), 70-92.
- Mariano, M., Huaman, P., Mayta, E., Montoya, H., & Chanco, M. (2010). Contaminación producida por piscicultura intensiva en lagunas andinas de Junín, Perú. *Revista Peruana de Biología*, 17(1), 137-140.

- Mejía, R. (2018). *Contaminacion de Los Rios Por Relaves Mineros*. Scribd.
<https://es.scribd.com/document/388035279/Contaminacion-de-Los-Rios-Por-Relaves-Mineros>
- Méndez Ortiz, B. (2021). *Influencia del pH y la alcalinidad en la adsorción de As y metales pesados por oxihidróxidos de Fe en jales mineros de tipo skarn de Pb-Zn-Ag* [Universidad Autónoma de San Luis Potosí].
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742012000300009
- Nina, E., & Pinto, F. (2014). *ANÁLISIS TECNOLÓGICO DE CONTROL Y ESTANDARIZACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE REDES DE AGUA DEL SISTEMA VMA EN EL CENTRO POBLADO DE YARABAMBA* [UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN DE AREQUIPA].
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/4002/IQnigoer026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roldán Pérez, G., & Ramirez Restrepo, J. (2008). *Fundamentos de limnología neotropical* (Segunda). Universidad de Antioquía.
<http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0742.%20Fundamentos%20de%20limnolog%C3%ADa%20neotropical.pdf>
- Romero Sánchez, C. K. (2018). Determinación de la relación de la comunidad fitoplanctónica con los factores físicos y químicos del sector Puno de la Reserva Nacional del Titicaca, Región Puno, abril – julio 2014. *Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa*. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5098>
- Sánchez-Santillán, N., Sánchez-Trejo, R., de la Lanza Espino, G., & Garduño, R. (2014). Evolución del clima a través de la historia de la tierra. *Revista Reflexiones*, 93(1), 121-132.
SENAMHi—Puno. (2021).

<https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=puno&p=descarga-datos-hidrometeorologicos>

Tejada, R. (2017). *TRATAMIENTO Y SEDIMENTACIÓN DE LA TURBIDEZ CON CAL EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS RELAVES MINEROS DE LA UNIDAD OPERATIVA MINERA SANTIAGO - B* [UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO].

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4695/Tejada_Mayta_Ronal.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Wikipedia. (2021). Distrito de Ananea. En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Distrito_de_Ananea&oldid=138485035

Yáñez Flores, S. G. (2018). *Evaluación de la contaminación del agua mediante parámetros físico químicos en las desembocaduras de los principales afluentes y efluente del Lago San Pablo, provincia de Imbabura (año 2017)*.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/15142>

ANEXOS.

Anexo N° 01.

ECA del Agua C3(Riego de Vegetales y bebidas de animales) de acuerdo al DS-004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (e)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

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

Anexo N°02.

Prueba de Laboratorio de los Parámetros Físico - Químicos.



DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Jr. José Antonio Encinas N°145 – Teléf. 351519

E-mail: labrefiresapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe



ENSAYO FISICO QUIMICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANÁLISIS
INFORME N° 048-Q/2020

SOLICITANTE : DANESA MAMANI MAMANI.
DIRECCION : DISTRITO ANANEA.
FUENTE DE ORIGEN : RIO.
ESTACION DE MUESTREO : MUESTRAS (PM-1, PM-2, PM-3 y PM-4).
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE POLIETILENO DE APROX. 1000 mL.
FECHA DE RECEPCION : 03.03.2020.
FECHA DE ANÁLISIS : 03.03.2020.
LUGAR : DISTRITO ANANEA, PROV. SAN ANTONIO DE PUTINA, REGION-PUNO.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

PARAMETROS	METODO ANALITICO	MUESTRA N° 01 FRENTE MINERA TITAN, PM-1	MUESTRA N° 02 FRENTE VOTADERO MINERA, PM-02	MUESTRA N° 03 ENTRADA PEQUEÑO RIACHUELO, PM-03	MUESTRA N° 04 BORDE DEL RIO, PM-04
ASPECTO	INSPEC FISICA	LIMPIO	LIMPIO	LIMPIO	LIMPIO
TURBIEDAD (NTU)	TURBIDIMETRO	2.51	3.44	4.50	3.90
TEMPERATURA (°C) en LAB.	TERMOMETRO	13.8	13.8	13.5	13.5
PH	POTENCIOMETRO	6.83	6.90	6.58	6.74
CONDUCTIVIDAD μ S/cm	CONDUCTIVIMETRO	35.8	40.6	39.8	42.1
TOTAL DE SOLIDOS DISUELTOS TDS (mg/L)	CONDUCTIVIMETRO	36.3	33.4	36.1	36.2
DUREZA TOTAL COMO CaCO_3 (mg/L)	TITULOMETRICO	20.7	32.1	26.6	28.6
ALCALINIDAD TOTAL COMO CaCO_3 (mg/L)	TITULOMETRICO	17.6	26.6	22.4	25.3
CLORUROS COMO Cl (mg/L)	TITULOMETRICO	19.7	21.2	20.2	26.4
SULTADOS COMO SO_4 (mg/L)	COLORIMETRICO	< 10	< 10	22.5	25.8
HIERRO TOTAL COMO Fe^{++} (mg/L)	COLORIMETRICO	N.D	N.D	N.D	N.D
CLORO RESIDUAL LIBRE (mg/L)	COLORIMETRICO	0	0	0	0

DONDE mg/L = Miligramos por litro.
N.D = No Determinado.

Referencia Bibliográfica: Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potable y Residuales –American Public Health Association, American Water Works, Association Water Pollution Control Federation 20th Edition.

Puno, 13 de marzo de 2020.



Anexo N°03.

Prueba de Laboratorio de Parámetros Bacteriológicos.



DIRECCION REGIONAL DE SALUD - PUNO

LABORATORIO DE CONTROL AMBIENTAL

Jr. José Antonio Encinas N°145 – Telef. 351519

E-mail: labrefdiressapuno@gmail.com / http://www.diresapuno.gob.pe



ENSAYO BACTERIOLOGICO DE AGUA
RESULTADOS DE ANALISIS
INFORME N° 048/2020

SOLICITANTE : DANESA MAMANI MAMANI.
DIRECCION : DISTRITO ANANEA.
FUENTE DE ORIGEN : RIO.
ESTACION DE MUESTREO : MUESTRAS (PM-1, PM-2, PM-3 y PM-4).
VOLUMEN DE MUESTRA : ENVASE DE POLIETILENO DE APROX. 1000 mL.
FECHA DE RECEPCION : 03.03.2020.
FECHA DE ANÁLISIS : 03.03.2020.
LUGAR : DISTRITO ANANEA, PROV. SAN ANTONIO DE PUTINA, REGION-PUNO.
REFERENCIA : MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO.

RESULTADOS

N.O	PUNTOS DE MUESTREO	LUGAR/ DISTRITO	METODO ANALITICO FILTR/MEMBRANA	RESULTADOS	
				COLIFORMES Totales (35 °C)	COLIFORMES Termotolerantes (44.5 °C)
01	MUESTRA N° 01.- FRENTE MINERA TITAN, PM-1	ANANEA	UFC/100 mL	35 UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL
02	MUESTRA N° 02.- FRENTE VOTADERO MINERA, PM-02	ANANEA	UFC/100 mL	22 UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL
03	MUESTRA N° 03.- ENTRADA PEQUEÑO RIACHUELO, PM-03	ANANEA	UFC/100 mL	38 UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL
04	MUESTRA N° 04.- BORDE DEL RIO, PM-04	ANANEA	UFC/100 mL	10 UFC/100 mL	< 1 UFC/100 mL

Donde: UFC/100 ml = Unidad Formadora de Colonias por cien mililitros.
< 1 = Significa Ausencia.

METODO DE ENSAYO: NUMERACIÓN COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES y E. Coli: METODO ESTANDARIZADO DE TUBOS MULTIPLES, APHA, AWWA, WEF Par 9221B.E. 21th ed. 2005

Puno, 13 de marzo de 2020



Anexo N° 4.

Galería Fotográfica.

Fotografía 01. La Laguna Comuni.



Fuente: Elaboración propia, realizada en el periodo del mes de marzo, desde diferentes ángulos de observación.

Fotografía 2. Equipamiento Adecuado en la Medición.

EPP y Materiales- Equipos.



Fuente: Elaboración propia, realizada antes de cada toma de muestra.

Fotografía 3. Toma de Muestras



Fuente: Elaboración propia, realizadas en los diferentes puntos de muestreo.

Fotografía 4. Ubicación del Lugar y Rotulado de las Muestras.



Fotografía 5. Empaque en forma adecuada de las muestras realizadas.

