

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESINA**

**DETERMINACIÓN DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA EN EL  
MANANTIAL ALADINO VI MAÑAZO – PUNO 2020**

**PRESENTADO POR:**

**WILLIAM GERÓNIMO MAMANI**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

**PUNO – PERÚ**

**2021**

**UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS****FACULTAD DE INGENIERÍAS****ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL****TESINA****DETERMINACIÓN DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA EN EL MANANTIAL****ALADINO VI MAÑAZO – PUNO 2020****PRESENTADO POR:****WILLIAM GERÓNIMO MAMANI****PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:****BACHILLER EN INGENIERÍA AMBIENTAL**

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE :

.....  
Mg. ELVIRA ANANI DURAND GOYZUETA

PRIMER MIEMBRO:

.....  
M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

ASESOR DE TESINA :

.....  
Mg. JULIO WILFREDO CANO OJEDA

Área: Ciencias Naturales.

Disciplina: Oceanografía, Hidrología y Recursos del Agua.

Especialidad: Evaluaciones y Monitoreo Ambientales, Ecosistemas Acuáticos.

Puno, 19 de mayo del 2021.

**DEDICATORIA**

A Dios todo poderoso quien guía mi camino, por darme motivación día a día de seguir adelante y por guiarme siempre por el buen camino.

A mi madre Elvira a quien quiero y admiro mucho, por inculcarme siempre con buenos valores y principios, por estar siempre en los buenos y malos momentos, por su apoyo incondicional y por ser un ejemplo de persona y modelo a seguir.

A mis hermanos Yackeline y Yerko que siempre estuvieron apoyándome y por sus consejos, quienes han sido imprescindibles para mi desarrollo personal.

## AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradecer a Dios por haberme dado una vida llena de aprendizajes, enseñanzas, de buenos y malos momentos que han servido como motivación personal.

A la Universidad Privada San Carlos, por haberme permitido estudiar y poder concluir con mis estudios de pre grado.

A la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, a toda su plana docente por sus enseñanzas impartidas en las aulas y poder encaminarme como un excelente profesional.

Al Ing. Mg. Julio Wilfredo Cano Ojeda por haber aceptado la asesoría de este proyecto de tesina bajo su amplia capacidad, apoyo y confianza.

También expresar mis agradecimientos a la Mg. Elvira Anani Durand Goyzueta, a la MSc. Marlene Cusi Montesinos y al Mg. Luis Alberto Supo Quispe, por su importante participación en el desarrollo de la tesina.

A mi madre y mis hermanos, por la confianza, la comprensión y el apoyo brindado en cada momento.



**ÍNDICE GENERAL**

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
INDICE DE ANEXOS	ix
ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1

**CAPÍTULO I****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1.1	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2	ANTECEDENTES	3
1.3	OBJETIVOS	7
1.3.1	OBJETIVO GENERAL	7
1.3.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	7
1.4	JUSTIFICACIÓN	8
1.4.1	JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL	8
1.4.2	JUSTIFICACIÓN SOCIAL	8
1.4.3	JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA	9

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

2.1	MARCO TEÓRICO	10
2.1.1	EL AGUA	10
2.1.2	PROPIEDADES DEL AGUA	11
2.1.3	CALIDAD DE AGUA	12
2.1.4	CONTAMINACIÓN DE AGUA	13
2.1.5	ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA	14
2.1.6	CONTAMINANTES EMERGENTES	15
2.1.7	CONTAMINACIÓN NATURAL	15
2.1.8	INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL AGUA	16
2.1.9	TIPOS DE MUESTRAS	19
2.1.10	TÉCNICAS DE MUESTREO PARA AGUAS SUPERFICIALES	19
2.2	MARCO CONCEPTUAL	20
2.3	MARCO NORMATIVO	21
2.4	HIPÓTESIS	22
2.4.1	HIPÓTESIS GENERAL	22
2.4.2	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	22

### **CAPÍTULO III**

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

3.1	ZONA DE ESTUDIO	23
3.2	TAMAÑO DE MUESTRA	25
3.3	MÉTODO Y TÉCNICA	25

3.3.1	MÉTODO	25
3.3.2	MATERIALES	29
3.4	IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	30
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS</b>		
4.1	CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)	31
4.1.1	Temperatura	32
4.1.2	Sólidos totales disueltos (STD)	33
4.1.3	Conductividad Eléctrica	35
4.2	CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)	36
4.2.1	Potencial de Hidrógeno (pH)	36
4.2.2	Oxígeno disuelto (OD)	38
4.2.3	Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)	39
4.3	Medición del caudal	40
4.4	Análisis de las hipótesis	41
5	CONCLUSIONES	43
6	RECOMENDACIONES	45
7	BIBLIOGRAFÍA	46
8	ANEXOS	50

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propiedades generales del agua	12
Tabla 2. Contaminantes del agua.	14
Tabla 3. Variación de pH con las concentraciones de H* y OH”	17
Tabla 4 Cuadro de operacionalización de variables	30
Tabla 5: Ubicación georeferencial de los puntos de muestreo.	31
Tabla 6. Valores de temperatura correspondientes al muestreo.	32
Tabla 7. Valores obtenidos (STD)	34
Tabla 8. Comparación del resultado pH con normativa nacional	37
Tabla 9. Valores de Oxígeno Disuelto con respecto a la normativa nacional.	38
Tabla 10. Valor DBO5 con respecto a la normativa nacional	39

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Límites y ubicación del distrito de Mañazo.	24
Figura 2. Accesibilidad al Manantial Aladino VI.	24
Figura 3. Temperatura correspondiente al muestreo..	32
Figura 4. Valores de Sólidos Totales Disueltos correspondientes al muestreo.	33
Figura 5. Resultados de Conductividad eléctrica del manantial Aladino VI	35
Figura 6. Comparación del resultado pH.	36
Figura 7. Comparación del parámetro OD con los ECA	38
Figura 8. Comparación de DBO5 con respecto a los valores (ECA) .	39
Figura 9. Punto 1 de muestreo.	69
Figura 10. Punto 2 de muestreo.	69
Figura 11. Punto 3 de muestreo.	70
Figura 12. Comparación de DBO5 con respecto a valores (ECA)	70
Figura 13. Determinación del caudal mediante método del Flotador.	71
Figura 14. Accesibilidad al lugar de muestreo (Manantial Aladino VI).	71
Figura 15. Pasivo Ambiental Minero Ubicado al sur del Distrito de Mañazo.	72
Figura 16. Naciente del Manantial con presencia de algas evidenciando presencia de Nutrientes Orgánicos (Nitratos y Fosfatos).	72
Figura 17. Recurso Hídrico destinado a bebida de animales y riego.	73
Figura 18. Procedimiento de toma de muestra en campo.	73
Figura 19. Uso adecuado de EPPs, para el óptimo muestreo considerando la situación Covid – 19.	74

Figura 20. Llenado de formatos (Cadena de Custodia, etc.)	74
Figura 21. Medición de Temperatura In situ.	75
Figura 22. Conservación de muestras para el traslado a laboratorio.	75
Figura 23. Crianza de animales en la zona de estudio.	76
Figura 24. Vegetación y cultivos presentes en el área de estudio.	76
Figura 25. Laboratorio experimental INIA – Puno.	77

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.	51
Anexo 2. ECA – Agua Categoría 3.	52
Anexo 3. RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA.	53
Anexo 4. CERTIFICADO DE ANÁLISIS EN LABORATORIO INIA – PUNO.	63
Anexo 5. REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 1.	64
Anexo 6. REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 2.	65
Anexo 7. REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 3.	66
Anexo 8. REGISTRO DE DATOS DE CAMPO.	67
Anexo 9. CADENA DE CUSTODIA.	68
Anexo 10. PANEL FOTOGRÁFICO.	69

## ACRÓNIMOS

<b>ECA</b>	Estándares de calidad Ambiental.
<b>OD</b>	Oxígeno disuelto.
<b>OMS</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>pH</b>	Potencial Hidrógeno.
<b>STD</b>	Sólidos Disueltos Totales.
<b>ANA</b>	Autoridad Nacional del Agua.
<b>Mg/l</b>	Miligramos por litro.
<b>DBO</b>	Demanda Bioquímica de Oxígeno.
<b>CE</b>	Conductividad Eléctrica.



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: DETERMINACIÓN DE CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA EN EL MANANTIAL ALADINO VI MAÑAZO – PUNO 2021 cuyos objetivos planteados fueron: a) Determinar las concentraciones de los parámetros físicos Temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica del manantial Aladino VI, y b) Determinar los parámetros químicos pH, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno del manantial Aladino VI. La metodología que se empleó para el trabajo de investigación fue la evaluación de muestras basada en un estudio no experimental descriptiva, utilizando el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales, donde se realizó 3 muestreos las cuales se homogeneizaron, con la finalidad de obtener una muestra integrada general para conocer la calidad de agua promedio. Los resultados obtenidos muestran: Temperatura (17.02 °C), Sólidos Totales Disueltos (492 mg/L), Conductividad Eléctrica (1304  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), Potencial de hidrógeno (7.64 Unidades de pH), Demanda bioquímica de Oxígeno (4.9 mg/L), que comparados con la Norma Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, categoría 3 se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental para el agua. Por otro lado el parámetro Oxígeno Disuelto (3.1 mg/L), excede con el estándar de calidad para el agua. Dichos resultados obtenidos no cumplen con todos los ECA , al ser comparados con la normativa, concluyendo que el agua del manantial tiene una calidad de agua media debido a que el parámetro Oxígeno Disuelto no cumple con los ECA para agua , categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales.

**Palabras clave:** Agua, calidad, contaminación, parámetro fisicoquímico.

**ABSTRACT**

The present research work entitled: DETERMINATION OF PHYSICO-CHEMICAL WATER QUALITY IN THE ALADINO VI MAÑAZO - PUNO 2020 whose objectives were: a) To determine the concentrations of the physical parameters Temperature, Total Solids and Electrical Conductivity of the Aladino VI spring, and b) To determine the chemical parameters pH, Dissolved Oxygen and Biochemical Oxygen Demand of the Aladino VI spring. The methodology used for the research work was the evaluation of samples based on a descriptive non-experimental study, using the National Protocol for Monitoring the Quality of Surface Water Resources, where 3 samples were taken and homogenized in order to obtain a general integrated sample to know the average water quality. The results obtained show: Temperature (17.02 °C), Total Dissolved Solids (492 mg/L), Electrical Conductivity (1304  $\mu$ S/cm), Hydrogen Potential (7.64 pH Units), Biochemical Oxygen Demand (4.9 mg/L), which compared to the Supreme Decree Norm N° 004-2017-MINAM, category 3 are within the environmental quality standards for water. On the other hand the Dissolved Oxygen parameter (3.1 mg/L), exceeds the quality standard for water. These results obtained do not comply with all ECAs, when compared with the regulations, concluding that the spring water does not comply with the ECAs for water, category 3 irrigation of vegetables and animal drinking water.

**Keywords:** Water, quality, pollution, physicochemical parameter.

## INTRODUCCIÓN

El recurso agua es uno de los más esenciales para la vida y el desarrollo del medio ambiente, siendo un elemento abundante en el planeta tierra, los océanos simbolizan un 97% del total y solo un 3% se encuentra en lagos y ríos la cual es agua dulce, esta pequeña cantidad es indispensable para el desarrollo de vida de todo el mundo, a lo largo de los años el ser humano realizó su aprovechamiento de forma indiscriminada a tal punto que en algunos países este recurso es casi escaso, es por ello que se le toma mucha más importancia en la preservación del agua.

El recurso agua en la región Puno en los últimos años, ha logrado tener más importancia, debido a que es fuente de ingresos económicos de gran parte de la población Puneña, lo cual implica un aspecto importante la protección y conservación de los Recursos Hídricos, es por ello que se requiere planes integrales de manejo y cuidado, no solo porque en los últimos años el agua está siendo más escasa, sino que en épocas de avenida no se aprovecha su abundancia. En la localidad de Mañazo, el recurso hídrico es destinado principalmente a la crianza de animales y para el cultivo de papa.

El agua del manantial Aladino VI es destinada para la bebida de animales y el riego de vegetales. En ese contexto es preciso analizar la calidad de agua a fin de garantizar la calidad de agua que consumen los animales y plantas y verificar si el cuerpo de agua cumple con la normativa nacional.

## CAPÍTULO I

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

#### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A lo largo de la historia el agua ha sido esencial para el desarrollo de la sociedad y el medio ambiente, el crecimiento demográfico exponencial de las poblaciones ha llevado a una mayor demanda del recurso hídrico, así como el aumento de contaminantes presentes en el agua, ya que estas se introducen y se diluyen, lo que ha generado el deterioro de los cuerpos de agua y consecuencias negativas para el medio ambiente y en especial para ser humano, están fuertemente relacionado a problemas gastrointestinales y un posible consumo, podría generar problemas en la población.

Según la (UNESCO, 2019), alrededor del mundo, más de 2.000 millones de habitantes viven en países que tienen fuerte escasez de agua, y cerca de 4.000 millones de personas padecen una grave escasez de agua durante al menos un mes al año. Dichos niveles de escasez seguirán aumentando de tal forma que la demanda de agua crezca.

En el Perú, la calidad de agua es uno de los motivos por el cual existen conflictos socioambientales, las condiciones de los recursos hídricos en los últimos años se ven deterioradas debido al mal manejo de la gestión del recurso hídrico, la calidad de

agua no cumple con las expectativas de la población debido a las diversas fuentes de contaminación ya sea natural o antrópica.

El manantial del distrito de Mañazo ubicado en el pasivo ambiental minero Aladino VI no está ajeno a la problemática de contaminación para asegurar la integridad y salud de la población y el medio ambiente, ya que, si no se informa sobre la calidad del agua y su posterior impacto, la problemática con el pasar de los años se convertiría en un problema medioambiental mucho más grave y sus consecuencias pueden incluso ser hasta irreversibles. La información será de gran importancia para que pueda servir como instrumento para la buena gestión ambiental y la toma de decisiones.

### 1.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

#### **Problema general**

¿Los parámetros fisicoquímicos del manantial Aladino VI del distrito de Mañazo cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales D.S. 004-2017 MINAM?

#### **Problemas específicos**

¿Cuáles son las características físicas: Temperatura, Sólidos totales y Conductividad Eléctrica del manantial en el pasivo ambiental minero Aladino VI de acuerdo a los ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM?

¿Cuáles son las concentraciones químicas: Potencial de Hidrógeno, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno del manantial Aladino VI con respecto a los ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM?

### 1.2 ANTECEDENTES

#### **INTERNACIONALES**

Ledesma (2012) realizó un estudio con la finalidad de conocer la calidad química de aguas de los manantiales más representativos de San Joaquín Queretano, los análisis químicos de los manantiales considerados contienen altos niveles de calcio, decir que el agua de los manantiales de la zona de San Joaquín, corresponden a la familia de aguas denominadas Bicarbonatadas-Cálcicas, en donde predominan los iones calcio y bicarbonato. Son aguas que presentan una elevada dureza por los altos contenidos de Calcio, ya que son aguas que proceden de manantiales kársticos donde el agua ha tenido un contacto directo con rocas calizas del cretácico inferior.

Bolaños et al. (2017), realizaron un estudio con el objetivo de determinar la calidad de aguas de los cantones de Grecia y Poás, en Costa Rica. Llegando a la conclusión de que el ion nitrato estuvo presente entre 0 a 37,45 mg/L, con respecto al ion nitrito determinaron que las concentraciones son superiores, con 2,85 mg/L, evidenciando una probable fuente de contaminación, concentraciones del ion nitrato superiores a lo usual propician el hecho de hablar de una contaminación de origen antrópico en dichas zonas, además de que la presencia de nitratos está estrechamente relacionada con residuos de cultivo como fertilizantes.

En el estudio de Gil-Marín et al. (2018), analizaron 14 parámetros de calidad de agua en el río Guarapiche, estado Monagas, Venezuela, concluyendo que los parámetros fisicoquímicos estudiados se encontraron con valores por debajo y que no superan los límites permisibles, los valores de temperatura en el presente estudio variaron de 21.1°C a 29.6 °C . Los valores de pH presentaron un valor mínimo de 7.5 y un máximo de 8.4, características que le dan una naturaleza ligeramente alcalina.

Por otro lado, Lizarraga (2003), en su estudio denominado análisis y evaluación del agua subterránea del tiradero municipal y la petaca en México, realizó análisis físicos, químicos y bacteriológicos en base a normas oficiales, concluyendo que existen altas concentraciones de sólidos disueltos, coliformes fecales y totales, de esta forma

evidenciando que dicho acuífero presenta alta vulnerabilidad en condiciones naturales.

## **NACIONALES**

Las investigaciones realizadas por Frías y Montilla (2016) , con el fin de evaluar los parámetros físico químicos en el río Itaya, Loreto, determinaron que el pH está fuera de los parámetros de ECA para agua, la Temperatura, Conductividad, STD y Turbidez presentan valores más alto en el punto aguas arriba con 27.10°C., 70  $\mu$ S, 35.2 mg/L., 19.6 NTU respectivamente. Concluyendo que existen variaciones en los puntos de muestreo para los parámetros físicos químicos en el sector puerto productores en comparación con los estándares de calidad ambiental para agua, los parámetros superan significativamente los estándares de calidad ambiental para agua categoría 4 conservaciones de ambientes acuáticos.

Rojas (2018), realizó la evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra en Pasco, los parámetros físico-químico y microbiológico del Río Ragra no cumple en su totalidad con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua que corresponde a la categoría 3, dentro de los parámetros que incumplen la normativa ambiental determinó los siguientes: Sólidos Disueltos Totales, Metales Totales (cobre, hierro, manganeso, plomo y zinc) y Microbiología (coliformes fecales), de esta manera atribuye dicha contaminación al aumento de la actividad minera y poblaciones que se tiene alrededor del río Ragra, las cuales vierten sus efluentes industriales y domésticos directamente al cuerpo de agua.

Minaya (2017) , realizó un estudio de determinación de parámetros físico – químicos en la Laguna Moronacocha durante la época de transición de creciente a vaciante, específicamente, durante los meses de abril, mayo y junio. Con respecto a los parámetros analizados no encontró concentraciones inusuales a diferencia de los Sólidos Suspendidos Totales (TSS) que incumplen con los ECA para Agua, teniendo

valores medios de 45.7 mg/L y también los niveles de pH obtenidos son de 5.2 Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua indican que el valor óptimo de este parámetro se encuentra entre 6.5 y 9.0, evidenciando niveles de acidez de moderado a fuerte en la laguna.

### **LOCALES**

Quispe (2017), en su trabajo de investigación de la calidad del agua de seis manantiales en Santa Rosa, Melgar, manifiesta que los manantiales evaluados fueron Yuraq Unu, Cóndor Wachana, Unu Pata, Qayqu, Ch'íartita, Ch'ákipata, para los parámetros fisicoquímicos obtuvo los siguientes resultados: la temperatura varía de 8.70 a 10.34 °C, el pH en un rango 7.08 a 7.94, la dureza total fue 4.34 a 10.06 mg/l, alcalinidad 45.79 a 132.52 mg/l, para cloruros variaron de 5.94 a 32.89 mg/l, sulfatos en un rango de 1.91 a 14.60 mg/l, sólidos disueltos totales fue de 15.83 a 108.19 mg/l.

La investigación realizada por Calsin (2016) en el sector Taparachi III, Juliaca, San Román realizó estudio de 70 pozos determinando de los parámetros físicos: conductividad total  $1636.25 \pm 86.39 \mu\text{S/cm}$ , temperatura de  $14.49 \pm 0.38 \text{ °C}$ , así mismo determinó los parámetros químicos, con resultados: pH total fueron 7.39 a 7.14 UpH, la concentración de sulfatos fueron de 324.00 a 226.18 mg/L, las concentraciones de nitratos fueron de 34.10 a 28.40 mg/L, el cloruro total fueron de 206.50 a 134.31 mg/L, la dureza total fueron de  $628.91 \pm 45.33 \text{ mg/L}$ , llegando a la conclusión de que los parámetros que excedieron la normativa ambiental fueron sulfatos, dureza total.

Pari (2017), en su estudio de aguas, determinó la calidad del agua del río llave, en un tramo de 6 kilómetros aproximadamente, las cuales conforman la zona urbana del distrito de llave, concluyendo de que el pH tiende a ser alcalino, el oxígeno a nivel óptimo y una alta concentración de fosfatos, indicativo de niveles de contaminación



en el río llave, ya que en la zona existen vertimientos clandestinos de aguas residuales.

En el trabajo de investigación de Calsin (2016), denominado “CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y BACTERIOLÓGICA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS DE CONSUMO HUMANO EN EL SECTOR DE TAPARACHI III DE LA CIUDAD DE JULIACA, PUNO - 2016”, con el objetivo de determinar los parámetros físicos: conductividad, temperatura, sólidos totales disueltos, turbidez; determinar los parámetros químicos: pH, dureza total, cloruros, nitratos y sulfatos. Analizó muestras de agua procedentes de 70 pozos. obteniendo los siguientes resultados: conductividad total fueron de  $1636.25 \pm 86.39 \mu\text{S/cm}$ , la temperatura fueron de  $14.49 \pm 0.38 \text{ }^\circ\text{C}$ ; los sólidos totales disueltos fueron de  $785.03 \pm 41.12 \text{ mg/L}$ ; la turbiedad fueron de  $2.15 \pm 0.39 \text{ NTU}$ ; los parámetros químicos en aguas de pozos muestran que el pH total fueron  $7.39 \pm 0.08 \text{ UpH}$ ; la concentración de sulfatos fueron de  $324.00 \pm 35.75 \text{ mg/L}$ ; la concentración de nitratos fueron de  $34.10 \pm 3.22 \text{ mg/L}$ . Concluyendo que los LMP fueron sulfatos, dureza total, coliformes totales y fecales.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

-Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial Aladino VI del distrito de Mañazo, en cumplimiento con el Estándar de Calidad Ambiental, Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales D.S. 004-2017 MINAM.

#### **1.3.2 OBJETIVO ESPECÍFICO**

- Determinar los parámetros físicos del agua del manantial Aladino VI temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica de acuerdo a los ECA categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.

- Determinar los parámetros químicos del agua del manantial Aladino VI pH, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno del manantial Aladino VI de acuerdo a los ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.

#### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

La razón de este proyecto se basa principalmente en la investigación de la necesidad de verificar si la calidad del manantial del distrito de Mañazo ubicado en el Pasivo Ambiental Minero Aladino VI cumple con las condiciones para el uso requerido.

Es preciso levantar la información cuantitativa respecto a este problema, ya que actualmente no se cuenta con alguna investigación del lugar que determine las concentraciones y la calidad del agua en dicho manantial, los resultados que se obtendrán en el presente estudio permitirá plantear alternativas de control y medidas preventivas a fin de salvaguardar la salud de las personas y el medio ambiente. Además, podrá beneficiar a la población que le da un uso a este recurso, es por esto que resulta relevante realizar este trabajo de investigación, analizar y sentar las bases para que se abran nuevos caminos para otras modalidades de investigación.

##### **1.4.1 JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**

Concentraciones elevadas de contaminantes afectan directamente al medio ambiente, incide en el proceso natural de las plantas, disminuyendo el proceso de crecimiento, pérdida de flora y fauna, degradación del suelo y pérdida de fertilidad, las aguas pueden transportar los contaminantes a la población cercana afectando directamente en la salud de las personas.

##### **1.4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

En los últimos años se ha ido priorizando la protección del medio ambiente, ya que es un derecho fundamental para las personas gozar de un ambiente sano y

equilibrado, a fin de garantizar el recurso hídrico, ya que un cuerpo de agua contaminado fuera de los impactos en el medio ambiente causa malestar y molestias a la población.

### **1.4.3 JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA**

En caso de enfermedades relacionadas al consumo de aguas contaminadas, los impactos afectan a la economía de la población, se dedica un tiempo para acudir a postas médicas y hospitales, el posterior tratamiento médico y en muchos casos a las personas con enfermedades gastrointestinales, algunas actividades se limitan, lo cual se traduce en pérdida de oportunidades de trabajo y su calidad de vida es afectada, por consiguiente, el desarrollo del país disminuye.

## CAPÍTULO II

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

#### 2.1 MARCO TEÓRICO

##### 2.1.1 EL AGUA

González et al. (2003), señala que el agua es uno de los compuestos más importantes para la vida en general, viendo del punto de vista cualitativo, podemos asegurar que casi todas las formas de vida, incluso en el desierto, requieren una entrada de agua en casi todas las funciones de nutrición y excreción, ya que los seres vivos en general se basan en el agua.

El recurso hídrico es uno de los elementos más abundantes en la naturaleza, debido a que cubre tres cuartas partes de la superficie total de la tierra, con más del 70 %; se encuentra en océanos, lagos, ríos; en el aire, en el suelo. Es la fuente y el sustento de la vida, ayuda a regular el clima del mundo. Tiene propiedades únicas que la hacen esencial para la vida. Es un material flexible: un solvente extraordinario, un reactivo ideal en muchos procesos metabólicos; tiene una gran capacidad calorífica y tiene la propiedad de expandirse cuando se congela. Con su movimiento puede modelar el paisaje y afectar el clima (Fernández, 2012).

Barrenechea (2004) señala que, en la salud humana, el agua ayuda a depurar las sustancias resultantes de los procesos bioquímicos que se desarrollan en nuestros organismos, a través de los órganos excretores, en especial la orina y el sudor. Sin embargo, por esta misma propiedad, puede transportar una serie de toxinas al organismo que pueden afectar a diferentes órganos de manera reversible o irreversible.

### 2.1.2 PROPIEDADES DEL AGUA

Sawyer (1994) indica que el agua es una molécula que está formada por dos átomos de Hidrógeno y uno de Oxígeno, por eso es que su fórmula química es  $H_2O$ . Al unirse estos tres átomos se forman electrones alrededor de los 3 núcleos, que se sitúan en forma de triángulo. De esta forma se obtiene una molécula bipolar, es decir que tiene dos polos: Negativo en el lado del oxígeno y positivo en el lado de los átomos de hidrógeno. Los electrones se adaptan en los enlaces de hidrógeno que hace que atraiga a los átomos de hidrógeno de otras moléculas de agua.

González et al. (2003) menciona que el agua en su forma natural posee propiedades fisicoquímicas de más trascendencia:

- Alta conductividad térmica.
- Altos valores de su capacidad calorífica.
- Alto valor de tensión superficial.
- Gran capacidad disolvente.
- La capacidad de reacción.

Tabla 1. Propiedades generales del agua

Propiedad	Valor	Comentario
Color	Ninguno	Cuando está pura
Olor	Ninguno	Cuando está pura
Sabor	Ninguno	Cuando está pura
Transparencia relativa	Buena	Absorbe intensamente en IR y UV
Capac. Calorífica específica (20°C)	4.18.10 <sup>3</sup>	La más alta (salvo el NH <sup>3</sup> )
T° de fusión (1 atm)	0 °C	La más alta de su serie
T° de ebullición (1 atm)	100 °C	La más alta de su serie

Fuente: (Orozco et al, 2003)

### 2.1.3 CALIDAD DE AGUA

Orozco (2014) Indica que la calidad del agua puede definirse como una lista de concentraciones, especificaciones y aspectos físicos de las sustancias orgánicas e inorgánicas, y la composición y el estado de la biota acuática presente en el cuerpo de agua. La calidad presenta variaciones espaciales y temporales debido a factores externos e internos al cuerpo de agua.

OMS (2006) Define a la calidad de agua en función de un conjunto de variables tanto fisicoquímicas y microbiológicas, la calidad del agua se basa principalmente en la cantidad de sustancias químicas que puedan afectar a la salud humana, la calidad de agua hace referencia a aquellas que cumplan con los estándares pre establecidos considerando la finalidad a la que se destina.

El término calidad del agua se relaciona con el uso del recurso, esto quiere decir que una fuente de agua adecuadamente limpia que consienta la vida de los pescados puede no ser idónea para la natación y un agua útil para el consumo humano puede resultar inconveniente para la manufactura. Para decidir si el agua es apta para un propósito específico, su calidad debe especificarse en destino del uso que se le va a proporcionar. Bajo estas consideraciones, se indica que un

agua está contaminada cuando sufre cambios que perturban su uso real o potencial (Weiner, 2000).

#### 2.1.4 CONTAMINACIÓN DE AGUA

Henry y Heinke (1999). Indica que la contaminación del agua afecta a las plantas y organismos presentes en los cuerpos de agua, y en la mayoría de los casos afecta no solamente a las especies individuales y las poblaciones sino también a comunidades biológicas. El agua de dichos cuerpos se contamina mediante sustancias nocivas como ácidos, solventes orgánicos, pinturas, metales y demás derivados de actividades industriales, agrícolas, ganaderas, domésticas, dichas agua ya no son aptas para el consumo. La descarga de contaminantes específicos no es la única causa de contaminación del agua, también se encuentra la construcción de presas, embalses y desviaciones de ríos pueden degradar seriamente su calidad y muchas veces volverlas no aptas para el uso requerido.

Para González et al. (2003), la contaminación del agua consiste en una modificación, que muchas veces es provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o nociva para el consumo humano, la agricultura, las actividades recreativas, etc. Un agua está contaminada cuando se ve alterada en sus características naturales, ya sea directa o indirectamente, como consecuencia de la actividad humana en su constante búsqueda del desarrollo, de tal modo que quede menos apta para el uso a la cual sea destinada.

*Tabla 2. Contaminantes del agua.*

Tipo de contaminante		Causas	Efectos
Físicos	Térmico	Vertimientos industriales	Al elevar la temperatura ( $^{\circ}$ T), se reducen los niveles de oxígeno disuelto, incrementa las actividades biológicas y químicas, y pone en riesgo

			la existencia de fauna susceptible a cambios de °T.
	Sólidos suspendidos	Vertimientos industriales, arrastre de material, procesos erosivos.	Depósito en cuerpos hídricos alterando, por ejemplo, el nivel de profundidad. Incremento del nivel de turbidez.
	Aceites y grasas	Derrames y vertimientos industriales y domésticos.	Puede llegar a inhibir el crecimiento de flora y fauna al evitar la absorción de oxígeno. Altera las propiedades organolépticas del agua.
	Nitratos y fosfatos	Fertilizantes, detergentes y vertimientos industriales.	Responsables del proceso de eutrofización en cuerpos de agua lénticos, lo que disminuye la concentración de oxígeno disuelto.
Químicos	Plomo	Baterías, cables eléctricos, redes de tuberías, vertimientos industriales.	Tóxico para la salud humana. Metal bioacumulable.
	Ácidos		Medidas extremas de acidez o alcalinidad pueden ser nocivas para la fauna y la flora.
Biológicos	Microbiológicos	Vertimientos industriales y domésticos, actividades pecuarias.	Los microorganismos patógenos causan enfermedades en seres humanos y animales.

Fuente: (Ramirez, 2015)

### 2.1.5 ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA

Es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elemento, sustancia o parámetro físico-químico y biológico, presente en el agua, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la población y al medio ambiente, así mismo que los estándares de calidad ambiental es obligatorio para la aplicación de todo tipo de instrumento de gestión ambiental (Minam, 2017).

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) establecidos por el MINAM, fijan los valores máximos permitidos de contaminantes en el ambiente. Para controlar las



emisiones de agentes contaminantes del agua se emitió el D.S. 004-2017-MINAM Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.

### **2.1.6 CONTAMINANTES EMERGENTES**

Son productos nuevos, productos químicos que se encuentran en los sectores agrícola, industrial y tecnológico. Debido a que dichos productos pretenden dar soluciones a diferentes problemas, muchas de ellas terminan contaminando los cuerpos de agua debido a las características químicas que posee, puede llegar a contaminar incluso el suelo. Esta forma de contaminación ocurre antes de que se conozca mucho acerca de sus impactos sobre la salud y el ambiente. En el continente americano, ningún país cuenta con los recursos necesarios para evaluar los contaminantes emergentes antes y después de su liberación al medio ambiente. Las consecuencias de estos contaminantes son totalmente desconocidas, pero se conoce que los contaminantes emergentes pueden producir daños peligrosos hasta incluso mortales para la salud y el medio ambiente debido a que estos se encuentran en aumento cada día (IANAS, 2019).

### **2.1.7 CONTAMINACIÓN NATURAL**

La contaminación natural es una amenaza para los cuerpos de agua. Entre los contaminantes más relevantes están los fluoruros, el boro y el arsénico. Dichos contaminantes se encuentran en suelos y rocas y la movilidad se realiza a través de fenómenos meteorológicos como la lluvia. Los fluoruros a concentraciones mínimas son inofensivos, por lo que se encuentran generalmente en el suelo y el agua. Sin embargo, en concentraciones elevadas pueden generar un riesgo para los cuerpos de agua. La contaminación natural es difícil de manejar debido a que provienen típicamente de fuentes difusas y de formaciones geológicas específicas, como los orígenes volcánicos (IANAS, 2019).

## 2.1.8 INDICADORES FISICOQUÍMICOS DEL AGUA

### Temperatura

La temperatura es un parámetro físico del agua que influye considerablemente en la calidad, debido a que tiene la capacidad de afectar a los siguientes parámetros: cambios en las reacciones químicas y bioquímicas, desarrollo de organismos en el agua, así también el aumento de temperatura acelera el proceso de putrefacción en el agua (Gonzales et al., 2003).

(Ramirez, 2015). Uno de los más importantes, ya que, generalmente influye en el retardo o aceleración de la actividad biológica, como en la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, floculación, sedimentación. Los organismos aeróbicos necesariamente requieren presencia de oxígeno y aumenta la actividad bacteriana, por lo tanto, podría llegar a producir condiciones sépticas con problemas de malos olores.

### Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica es una medida de resistencia que opone el agua al paso de la corriente eléctrica, es un buen indicativo de la concentración de iones disueltos, una conductividad eléctrica elevada supone salinidad elevada o valores inusuales de pH, la unidad de medida es el Siemen (S). las causas de alta concentración de sales disueltos pueden atribuirse a efluentes industriales y aguas mineras (González et al., 2003).

### pH

(Orozco, 2014), indica que el pH es una medida relativa de alcalinidad o acidez. La acidez natural es producida principalmente por el CO<sub>2</sub> y ocurre cuando el pH está entre 8.5 y 4.5. valores más bajos de 4.5 son por acidificación mineral por elementos como el ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y el ácido clorhídrico (HCL) o el ácido

nítrico ( $\text{HNO}_3$ ), la alcalinidad natural es producida por carbonatos y bicarbonatos que puede elevar el pH a 8.3. Los valores más altos requieren de alcalinidad de hidróxido ( $\text{OH}$ ) que es producida por bases fuertes como el Hidróxido de Sodio ( $\text{NaOH}$ ) y el hidróxido de calcio  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

Tabla 3. Variación de pH con las concentraciones de  $\text{H}^+$  y  $\text{OH}^-$

pH	pOH	$[\text{H}^+]$ mol/L	$[\text{OH}^-]$ mol/L
0	14	1	$10^{-14}$
2	12	0.01	$10^{-12}$
4	10	0.0001	$10^{-10}$
6	8	$10^{-6}$	$10^{-8}$
8	6	$10^{-8}$	$10^{-6}$
10	4	$10^{-10}$	0.0001
12	2	$10^{-12}$	0.01
14	0	$10^{-14}$	1

Fuente: (Orozco, 2014)

### Sólidos Totales Disueltos

El término sólido hace referencia a la materia disuelta o suspendida en un cuerpo de agua. Para determinar la cantidad de sólidos totales disueltos, se calcula específicamente el total de residuos sólidos filtrables (sales y residuos orgánicos). Estos estudios de sólidos disueltos son también muy importantes, ya que, son

indicadores de la certeza de técnicas de tratamiento biológico y físico del agua (Martínez, 2006).

### **DBO**

La Demanda Bioquímica de Oxígeno es el parámetro que se maneja para conocer la concentración de materia orgánica biodegradable y se calcula midiendo la disminución en la concentración de oxígeno disuelto del agua después de incubar en 5 días y 20°. Una concentración elevada de DBO5, indica alto contenido de materia orgánica biodegradable:

Aguas muy puras DBO 5 < 3 ppm O<sub>2</sub>

Pureza Intermedia DBO 5 3-5 ppm O<sub>2</sub>

Agua contaminada DBO 5 > 8 ppm O<sub>2</sub>

Residuales urbanas DBO 5 100-400 ppm O<sub>2</sub>

(González et al., 2003)

(Yana, 2014). Es la cantidad de oxígeno en mg/L que necesitan los microorganismos aeróbicos para poder descomponer la materia orgánica, normalmente se emplea la DBO5, que mide el oxígeno consumido por los microorganismos pasados los cinco días.

### **Oxígeno Disuelto**

La cantidad de oxígeno disuelto es un indicador muy importante que determina la calidad del agua, debido a que es un parámetro indispensable para la vida acuática: los peces necesitan los niveles de oxígeno más altos y las bacterias los más bajos niveles. La ley de Henry indica que la solubilidad de un gas depende de la presión, además de variar con la temperatura, para que un cuerpo de agua sea

considerado con menor grado de contaminación debe ser al menos superior al 50% del valor de saturación a esa presión y temperatura (Gonzales et al., 2003):

### 2.1.9 TIPOS DE MUESTRAS

- **Muestras puntuales:** denominada discreta, consiste en la toma de muestra de un punto determinado para su análisis individual
- **Muestras compuestas:** es la mezcla de muestras puntuales, se utiliza generalmente para la caracterización de aguas residuales.
- **Muestra integrada:** consiste en la homogeneización de las muestras puntuales tomadas en diferentes puntos, con el objetivo de conocer la calidad de agua promedio de los cuerpos de agua.

(Minagri, 2016)

### 2.1.10 TÉCNICAS DE MUESTREO PARA AGUAS SUPERFICIALES

Para la obtención de datos es de mucha importancia la técnica de muestreo empleada, de lo contrario los datos recolectados serán inútiles, para ello existen técnicas de monitoreo según el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales. Las muestras de agua deberán recogerse lo más cerca posible al cuerpo de agua y en contra de la corriente al flujo de agua, evitando alterar las condiciones reales (Minagri, 2016).

Cuando no se presenten las condiciones adecuadas para el monitoreo de agua, se podrá hacer uso de un brazo telescópico debidamente diseñado para el recojo de muestras lo más alejado de la orilla, donde la turbulencia sea mínima y el cuerpo presente condiciones homogéneas. En los casos en que no es posible recoger las muestras del centro del río, por los riesgos que representan las corrientes fuertes, la profundidad, falta de implementos de seguridad o el apoyo logístico necesario, se deberá ubicar el punto en zona de orilla o en una zona

apropiada para la toma de muestra, buscando que la muestra sea representativa del cuerpo de agua (Minagri, 2016). (ver anexo 3)

## 2.2 MARCO CONCEPTUAL

- ✓ **Manantial.** - Un manantial es un cuerpo de agua, que se caracteriza por ser la naciente de una fuente de agua, que brota generalmente desde el suelo, puede ser temporal o permanente. (González et al., 2003)
- ✓ **Factores físico químicos.** - Los parámetros fisicoquímicos como por ejemplo la temperatura, DBO, etc. pueden condicionar las concentraciones de oxígeno, lo que puede ser un factor limitante en los ambientes lóticos(Boltovskoy, 1995).
- ✓ **Contaminación del agua.** - La contaminación del agua se define como la introducción de una sustancia extraña al medio ambiente a niveles tales que conllevan a la pérdida y degradación del recurso hídrico, lo que posteriormente afecta a la salud del ser humano (Mihelcic et al., 2012).
- ✓ **Contaminación química.** - La cantidad de productos químicos con capacidad para deteriorar los cursos de agua y los cuerpos de agua es casi ilimitada. La contaminación del agua con productos químicos es omnipresente y se encuentra en todo el continente americano en diferentes grados de severidad (IANAS, 2019).
- ✓ **Evaluación de la calidad del agua.** - Es el acto de valoración total de la naturaleza física, química y biológica en el agua con relación a la calidad natural, esencialmente los que los que tienen riesgo de afectar a la salud humana, y a los cuerpos de agua (Chapman et al., 1996).

- ✓ **Cadena de custodia.** - Formato donde se registra la información relacionada con la toma de muestra, la cual es entregada al laboratorio para su análisis (Minagri, 2016).
- ✓ **Monitoreo.** - Dícese el Instalar monitores en un lugar para someterlo en guardia, también es una acción que se extiende con la misión de conocer algo o alguien, así cómo se halla, el estado de objetos en materia ambiental de un medio y por lo tanto resulta ser la acción de gran ayuda en lo que respecta al cuidado del ecosistema (FAO, 1997).

### 2.3 MARCO NORMATIVO

- ✓ Ley General del Ambiente Ley N° 28611, de fecha 15.10.2005.
- ✓ Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338 de fecha 30.03.2009 y su Reglamento Aprobado por Decreto Supremo N° 01-2010-AG, de fecha 23.03.2010.
- ✓ Decreto Supremo N° 006-2010-AG, de fecha 08.07.2010, Reglamento De Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- ✓ Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, de fecha 19.12.2009, Disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua.
- ✓ Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, de fecha 19.12.2016 Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua.
- ✓ Decreto Supremo N° 004-2015-PRODUCE, de fecha 23.02.2015, Reglamento de Organizaciones y Funciones del Instituto Nacional de Calidad - INACAL.
- ✓ Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA de fecha 22.03.2010, que aprueba la clasificación de cuerpos de aguas superficiales y marino - costeros.

- ✓ Resolución Jefatural N° 010-2016 de fecha 11.01.2016 Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (ver anexo 2).

## **2.4 HIPÓTESIS**

### **2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL**

En el manantial Aladino VI del distrito de Mañazo posee altos niveles de contaminación fisicoquímica por la presencia de nutrientes provenientes de la actividad ganadera, no son apropiadas para los Estándares de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.

### **2.4.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

Existen altos niveles de contaminación física y no cumplen los estándares de calidad ambiental para el agua Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.

Los parámetros químicos del manantial no cumplen los estándares de calidad ambiental para el agua Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.



## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1 ZONA DE ESTUDIO

La zona de estudio es en el pasivo ambiental denominado Aladino VI del distrito de Mañazo, provincia de Puno a una altitud de 3 926 m.s.n.m a 44 kilómetros de la ciudad de Puno, conformado por población dedicada a la crianza de animales, dicho manantial es atendida principalmente para el uso de bebida de animales, siendo esta el sustento de las familias, el distrito tiene los siguientes límites:

- Por el norte, limita con el distrito de Cabanillas de la Provincia de San Román.
- Por el noreste con el distrito de Cabana, Provincia de San Román.
- Por el sur, limita con el distrito de San Antonio de Esquilachi de la Provincia de Puno.
- Por el este, con el distrito de Vilque de la Provincia de Puno.
- Y por el oeste, con el distrito de Ichuña del departamento de Moquegua.

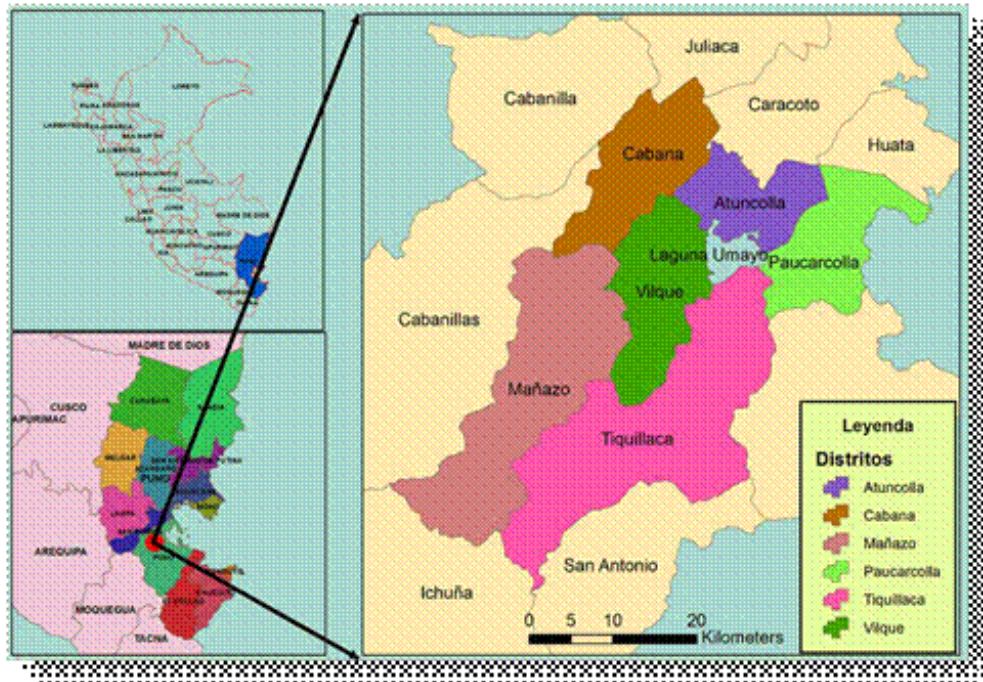


Figura 1. Límites y ubicación del distrito de Mañazo.

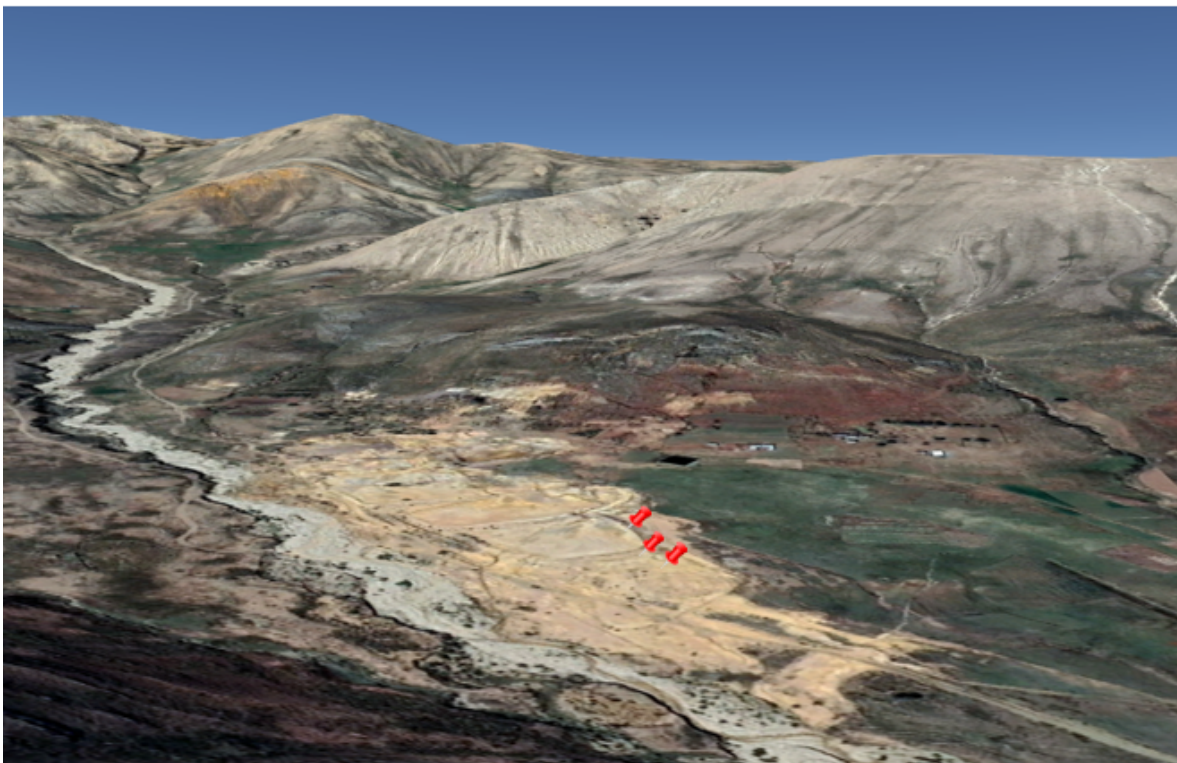


Figura 2. Accesibilidad al Manantial Aladino VI.

Fuente: Google Earth Pro

link: <https://earth.google.com/web/data=Mj8KPQo7CiExcDdJcUFtRmZKVV9Eal9zdnZwdV9Xdk5QT>

[TIST3hLMGMSFgoUMDM2NkQ1N0ZFENTE0OUFCMTE4QjY](https://earth.google.com/web/data=Mj8KPQo7CiExcDdJcUFtRmZKVV9Eal9zdnZwdV9Xdk5QT)

### 3.2 TAMAÑO DE MUESTRA

La población está constituida por el cauce del cuerpo de agua del manantial denominado Aladino VI, Distrito de Mañazo, Provincia de Puno, Departamento de Puno.

La muestra para el presente trabajo es de 3 puntos de muestreo, las cuales fueron homogeneizadas a fin de obtener una muestra integrada de acuerdo al protocolo nacional de monitoreo de recursos hídricos, los cuales fueron enviados y analizados en el laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA Salcedo.

### 3.3 MÉTODO Y TÉCNICA

#### Tipo de estudio

El tipo de estudio es no experimental, porque no se alteró la realidad, porque se tomaron las muestras y no se modificó ninguna de las variables.

#### Diseño de investigación

El diseño de investigación corresponde al DESCRIPTIVO, porque pretende describir los parámetros físico-químicos de las muestras de agua recolectadas.

#### 3.3.1 MÉTODO

El método de muestreo se basa en la RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. (Ver Anexo 3)

El procedimiento de campo que se realizará consta de las siguientes acciones:

### **Reconocimiento e identificación del lugar de estudio**

Por medio de visita in situ para observar y verificar posibles fuentes de contaminación naturales y antrópicas, que representen un riesgo para el manantial, posteriormente los puntos de muestreo serán identificados, de tal forma que pueda ubicar de manera exacta en muestreos futuros. Se utilizó el Sistema de Posicionamiento Global (GPS), registrado en el sistema UTM, estándar geodésico WGS84.

Se registraron puntos de referencia, tales que puedan identificar la proximidad del punto de monitoreo para la ubicación rápida en campo, utilizando el formato de identificación del punto de monitoreo.

Se realizó el muestreo con los elementos de protección personal básicos y necesarios, así como poncho para lluvia en caso de eventos meteorológicos, linterna, GPS (Ver Anexo 8, Registro de datos de campo).

### **Medición del caudal**

Se realizó mediante el método del flotador, el cual consta de 3 pasos:

- ✓ Se midió la longitud entre ambas orillas.
- ✓ Se midieron las profundidades, a lo largo del cauce.
- ✓ Finalmente, se estimó el área de la sección transversal.

El cálculo del caudal (Q) se realiza al multiplicar la sección transversal (A) por la velocidad obtenida(V).

$$Q = V \times A$$

### **Toma de muestras**

Las muestras para el presente trabajo de investigación, están compuestas de 3 puntos a lo largo del cauce del manantial, que consiste en homogeneizar las muestras tomadas en los diferentes para obtener una muestra integrada, a fin de conocer la calidad de agua promedio del manantial.

Los puntos de muestreo serán denominados de acuerdo a lo establecido por la Autoridad Nacional del Agua con los siguientes códigos:

- ✓ Crenon zona naciente y cabecera (Punto 1 FAV 01).
- ✓ Ritron zona media alta pendiente (Punto 2 FAV 02).
- ✓ Potamon zona baja último tramo (Punto 3 - FAV 03).

Las muestras en campo se realizaron tomando en cuenta la seguridad en el trabajo de campo y tomando las medidas adecuadas para no contaminar las muestras. Antes de comenzar con la toma de muestras para la manipulación de recipientes se colocará guantes descartables, mascarilla y lentes.

### **Procedimiento para la toma de muestras físicas**

-Se ubicó en el punto medio de la corriente, evitando aguas estancadas, el manantial por ser un cuerpo de agua superficial de fácil accesibilidad se realizó la toma de muestra en campo de la Temperatura con un termómetro de mercurio marca Dophin.

-Se tomó un recipiente y retiró la tapa sin tocar la superficie interna del frasco.

-Se enjugó los frascos mínimamente 3 veces, para eliminar posibles sustancias existentes en el interior del frasco que pudieron alterar los resultados.

-Posteriormente se cogió el recipiente por debajo del cuello y se colocó en dirección opuesta al flujo de agua, estas muestras no requirieron ser llenadas al 100%, además, se evitó recolectar suciedad.

### **Procedimiento para la toma de muestras químicas**

-Para la toma de muestras químicas: pH, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno se tomó en cuenta las mismas consideraciones que las muestras físicas.

-Los frascos fueron destapados el menor tiempo posible, a fin de evitar el ingreso de contaminantes existentes en el aire.

-La muestra para Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), se realizó con frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad.

-Se llenó completamente el frasco (sin burbujas de aire) para evitar alteración de los resultados por procesos de oxidación, e inmediatamente se colocó su tapa, manteniendo la muestra en un Cooler plástico a 4 °C aproximadamente (no se congelo las muestras)

-Evitando en todo momento recolectar suciedad.

### **Rotulado y etiquetado**

Posteriormente al monitoreo, los recipientes fueron rotulados con etiquetas, que contenían la siguiente información: nombre del solicitante, código del punto de muestreo, tipo de cuerpo de agua, fecha y hora del muestreo, nombre del responsable de la toma de muestra y tipo de análisis requerido.

Además, las muestras recolectadas fueron enviadas en un cooler a 4 °C, considerando el menor tiempo posible para obtener un resultado confiable, la cual se realizó a 2 horas desde la hora del muestreo. (Ver Anexo 9, Cadena de custodia).



### Análisis de muestras

Posterior a la recolección de muestras se envió al laboratorio del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) estación experimental ILLPA, donde analizaron las muestras de agua del Manantial Aladino VI, distrito de Mañazo. Los métodos de análisis empleados fueron los siguientes:

- ✓ Methods of análisis for soils, plant and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988
- ✓ UNITET STATES DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey

#### 3.3.2 MATERIALES

- GPS
- Cámara fotográfica.
- Termómetro marca Dophin.
- Cooler pequeño.
- Frasco de plástico y vidrio.
- Guantes descartables.
- Vestimenta de seguridad.
- Lentes.
- Poncho impermeable.
- Plumones indelebles
- Cinta adhesiva
- Libreta de campo
- Linterna de mano
- Zapatos de seguridad
- Casco de seguridad

3.4 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4 Cuadro de operacionalización de variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	UNID. DE MEDIDA
<b>Independientes</b>	Parámetros físicos	Temperatura.	(°C)
		Sólidos Totales Disueltos.	(mg/L)
		Conductividad.	(µS/cm)
	Parámetros químicos	pH.	Unidad de pH
		Oxígeno disuelto.	mg/L
		DBO.	mg/L
<b>Dependientes</b>	Calidad de agua	Buena Regular Mala	

(Ver Anexo 1, Matriz de Consistencia)



## CAPÍTULO IV

### EXPOSICION Y ANALISIS DE RESULTADOS

El presente capítulo consta básicamente en dos partes, por cada objetivo planteado, con la información obtenida se realizó el análisis fisicoquímico de calidad de agua. (Ver Anexo 4, Certificado de análisis en laboratorio INIA- PUNO).

La primera parte explica sobre la evaluación y análisis de los parámetros físicos de la calidad de agua del manantial Aladino VI.

La segunda parte, de igual forma, trata de la evaluación y análisis de los parámetros químicos de la calidad de agua, con los estándares de calidad de agua de normativa vigente (DECRETO SUPREMO N° 004-2017 Categoría 3 Sub Categorías D1 y D2).

*Tabla 5: Ubicación georeferencial de los puntos de muestreo.*

	Este	Eorte	Altura (msnm)
FAV 01	364288.1	8252637.7	3935
FAV 02	357674.1	8248285.3	3935
FAV 03	355959.5	8253274.5	3934

(Ver Anexo 5, 6 y 7, identificación de los puntos de monitoreo)

#### 4.1 CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (1)

**“Determinar las concentraciones de los parámetros físicos Temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica del manantial Aladino VI”**

Para alcanzar el primer objetivo específico, se ha recopilado información de 3 puntos de muestreo, homogeneizando las muestras de agua para su posterior análisis general de 1 muestra, llegando a los siguientes resultados.

**4.1.1 Temperatura**

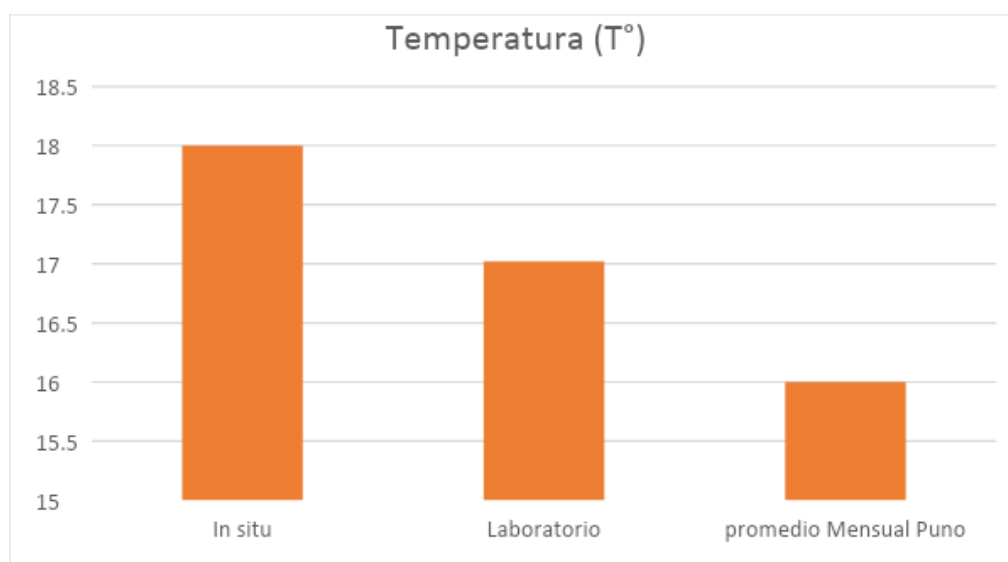


Figura 3. Temperatura correspondiente al muestreo.

Tabla 6. Valores de temperatura correspondientes al muestreo.

Temperatura (T°)		
In situ	Laboratorio	Promedio Mensual Puno
18 °C	17.02 °C	16 °C

Los resultados obtenidos para el parámetro temperatura in situ fue de 18°C, según la normativa nacional puede existir una variación de 3°C con respecto a la media, y teniendo en cuenta la temperatura promedio del mes de octubre en la región Puno es de 16°C. Posteriormente los resultados de laboratorio muestran una temperatura de 17.02°C esta disminución de 0.08°C se puede explicar por el transporte hacia en laboratorio, según González et al. (2003) el agua tiende a homogeneizar su temperatura a la temperatura ambiental.

Los resultados obtenidos guardan relación con lo que sostiene Turpo (2018), que obtuvo un promedio de de 17.6 °C como valor más alto en el mes de Septiembre y 13.6 °C en el mes de Junio como el valor más bajo que en el tiempo indica un incremento en la temperatura en base a la estación climática que atraviesa la región Puno. El resultado más alto con 17.6°C fue en la época más cálida demostrando una mínima variación con respecto al resultado obtenido en el presente trabajo de investigación. Pari (2017) , obtuvo un promedio de 15.5°C como valor más alto y 13.5°C como el valor más bajo, teniendo en cuenta la estación del año, de esta manera guarda relación con una variación menor a 3 °C.

La temperatura de 18°C puede explicarse debido a que la hora de muestreo se realizó a las 11:30 am, además, según Pari (2017) en aguas con caudal bajo y poco profundo llegan a calentarse mucho más rápido que las profundas, concentrándose temperaturas altas con respecto a las demás.

**4.1.2 Sólidos totales disueltos (STD)**

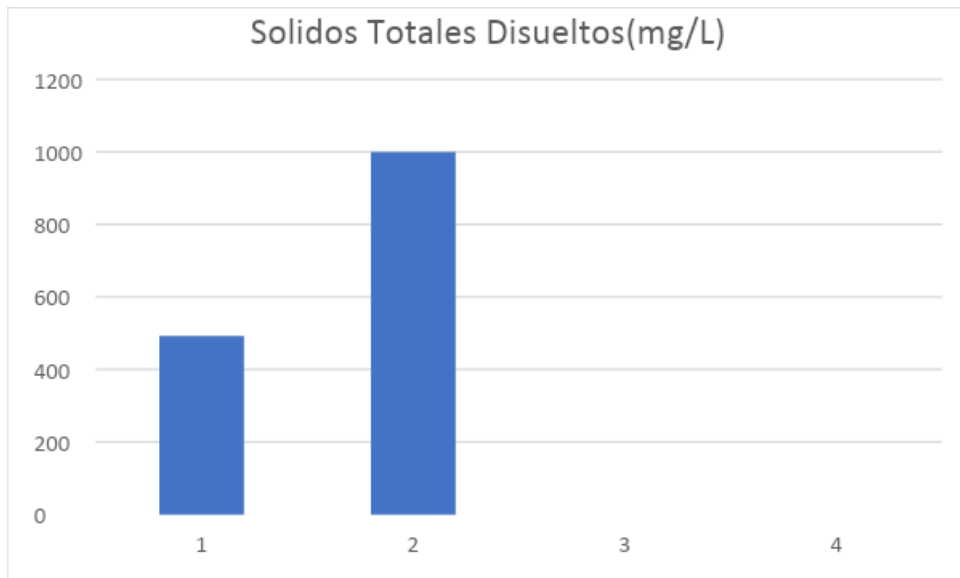


Figura 4. Valores de Sólidos Totales Disueltos correspondientes al muestreo.

Tabla 7. Valores obtenidos (STD)

Sólidos Totales Disueltos (mg/L)			
Aladino VI	ECA (consumo humano)	ECA (riego de vegetales)	ECA (bebida de animales)
492	1000	No aplica	No aplica

El resultado obtenido de los puntos de muestreo para el parámetro sólidos totales disueltos fue de 492 mg/L, realizando una comparación con la normativa vigente de los estándares de Calidad Ambiental para el Recurso Agua, muestra como parámetro de calidad 1000 mg/L, el resultado obtenido se muestra con valores inferiores a la normativa vigente para el consumo humano, por lo cual para el parámetro Sólidos Totales Disueltos se encuentra dentro de los estándares de calidad de agua. En el caso de la categoría 3: riego de vegetales y bebida de animales no aplica el parámetro STD.

Cornejo (2019), Obtuvo un valor de 720.11 mg/L con una desviación estándar de 0.13 siendo está muy baja respecto a otras zonas que tiene un promedio de 800.56 mg/L con una desviación estándar de 0.13 g/L. cabe resaltar que el área de estudio son jaulas de acuicultura, el valor elevado de STD es debido a la gran cantidad de materia orgánica que se emplea para esta actividad. Los resultados de Pari (2017) se asemejan al resultado obtenido con 390 mg/L en el río llave, considerando que es un cuerpo de agua extenso, además, reportó que los vertimientos de aguas identificados sin un tratamiento adecuado contienen sales inorgánicas, lo cual hace que contengan concentraciones de STD, además en su recorrido del río y las precipitaciones haya arrastrado sales y material húmico con concentraciones despreciables. Además, las precipitaciones registradas durante el mes donde se tuvo un aumento del caudal, disminuye las concentraciones de STD debido a la depuración del río, a medida que las precipitaciones son constantes los suelos son lavados; encontrándose menores concentraciones de sales y

contaminantes en los ríos; tal como se determina de acuerdo a los valores obtenidos.

Calizaya et al (2013) , indica que los sólidos totales aumentan progresivamente a lo largo del cauce debido al material suspendido proveniente del mismo terreno, y al material orgánico proveniente de la actividad agrícola.

**4.1.3 Conductividad Eléctrica**

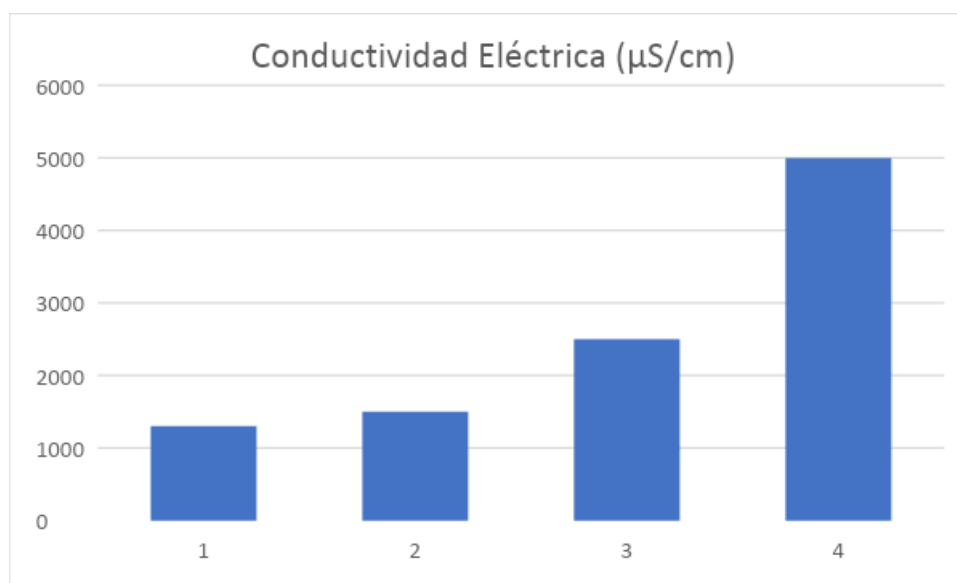


Figura 5. Resultados de Conductividad eléctrica del manantial Aladino VI

Conductividad Eléctrica (µS/cm)			
Aladino VI	ECA (consumo humano)	ECA (riego de vegetales)	ECA (bebida de animales)
1304	1500	2500	5000

El resultado obtenido para el parámetro conductividad eléctrica fue de 1304 µS/cm dicho resultado refleja una concentración positiva de iones de sodio que no supera el estándar de calidad de agua para la **Categoría 3** riego de vegetales y bebida de animales, con 2500 y 5000 µS/cm respectivamente. Lo que muestra que dicho cuerpo de agua cuenta con una concentración normal para el parámetro conductividad eléctrica. Ya que según González et al. (2003) una conductividad

elevada se traduce en una salinidad elevada o valores anómalos de pH. Calizaya et al. (2013), indican que la conductividad aumenta progresivamente debido al material suspendido proveniente del mismo terreno, y al material orgánico producto de la contaminación de la actividad agrícola y acuícola, pero principalmente por descarga de aguas contaminadas sin tratamiento.

Dicho resultado tiene similitud con los resultados obtenidos por Cornejo (2019) con un promedio de conductividad de 1125.26  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , así como los resultados obtenidos por Pari (2017), fueron 820  $\mu\text{S}/\text{cm}$  al mismo tiempo guardando relación con las precipitaciones registradas en el mes de muestreo, ya que en dicho mes se presentó precipitaciones, lo cual facilita la disolución de aniones siendo fácilmente depurados por el aumento de caudal.

**4.2 CON RESPECTO AL OBJETIVO ESPECÍFICO (2)**

**“Determinar los parámetros químicos pH, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno del manantial Aladino VI”**

**4.2.1 Potencial de Hidrógeno (pH)**

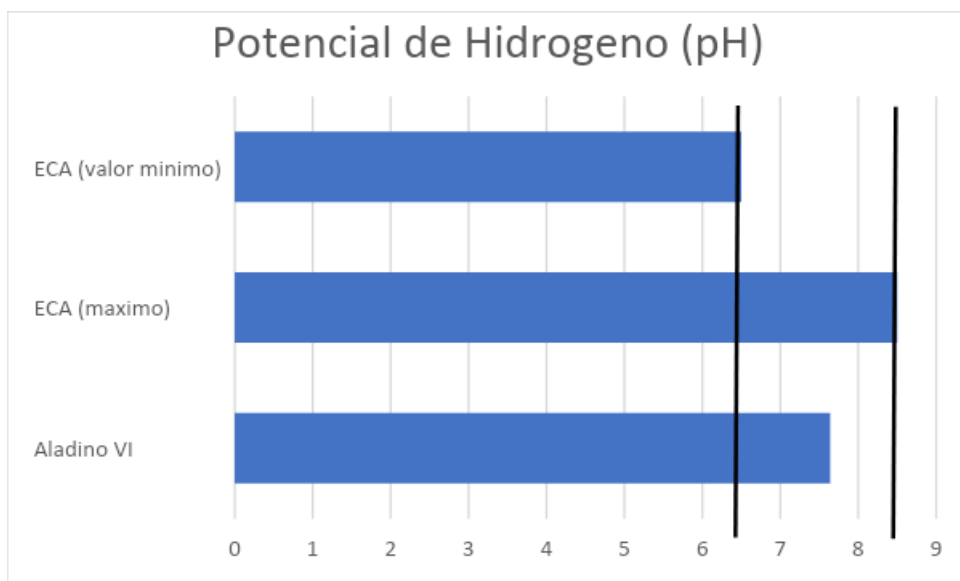


Figura 6. Comparación del resultado pH

Tabla 8. Comparación del resultado pH con normativa nacional

Potencial de Hidrógeno (pH)		
Aladino VI	ECA (valor máximo)	ECA (valor mínimo)
7.64	8.5	6.5

El resultado obtenido en los puntos de muestreo fue de 7.64, realizando con la comparación de la normativa vigente “Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua”, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales muestran como valor mínimo 6.5 unidades de pH y como valor máximo 8.5 unidades de pH, por lo tanto, el resultado obtenido en el presente trabajo de investigación para el parámetro químico Potencial de Hidrógeno (pH) se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la normativa vigente.

Dicho resultado guarda relación con los resultados obtenidos por Pari (2017) en su estudio del río llave teniendo en promedio un valor de 7.9 unidades de pH. Así como los resultados obtenidos por Martínez (2006), encontró un valor máximo que fue de 7.99 y el mínimo de 5.92, indica también que la tendencia a una disminución del pH se debe a la precipitación característica de la temporada lluviosa y a la cantidad de materia orgánica disuelta. González et al. (2003), indica que el pH del agua tiene influencia sobre determinados procesos químicos y biológicos, por lo tanto, es importante que el pH del agua esté dentro de los 6.5 y 8.5 unidades de pH, para así garantizar la calidad de la misma. Si un agua es demasiado alcalina indica la capacidad del agua para absorber protones, y si el agua contiene presencia de dióxido de carbono libre, ácidos minerales y orgánicos, una de sus principales fuentes naturales es el dióxido de carbono atmosférico disuelto y de la descomposición de materia vegetal o animal. Las fuentes antropogénicas del aumento de pH son las aguas procedentes del drenaje de minas, con ácido sulfúrico y catión hierro.

4.2.2 Oxígeno disuelto (OD)

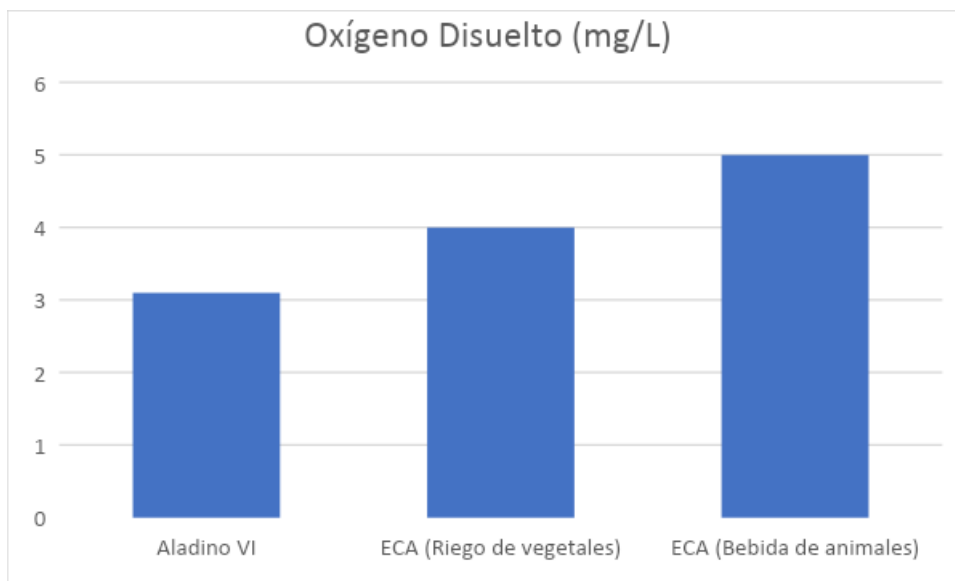


Figura 7. Comparación del parámetro OD con los ECA.

Tabla 9. Valores de Oxígeno Disuelto con respecto a la normativa nacional.

Oxígeno Disuelto (mg/L)		
Aladino VI	ECA (Riego de vegetales)	ECA (Bebida de animales)
3.1	4	5

El resultado obtenido para el parámetro oxígeno disuelto fue de 3.1 mg/L, la normativa nacional Estándares de Calidad Ambiental para el Agua “CATEGORÍA 3: Riego de vegetales y bebida de animales” muestra como valor mínimo 4 y 5 mg/L respectivamente. Por lo tanto, el resultado obtenido no cumple el parámetro oxígeno disuelto, dado la relación inversamente proporcional temperatura-oxígeno disuelto, teniendo una temperatura de (18°C), mientras más alta la temperatura del agua menor es la concentración de oxígeno disuelto en el agua. Debemos tomar en cuenta también la escorrentía que arrastra material orgánico, condicionando a las bacterias que necesitan un mayor consumo de oxígeno para descomponer los desechos orgánicos.



Según datos del Senamhi los requerimientos de Oxígeno Disuelto en el agua varían según el requerimiento, pero valores de OD debajo de 3 mg/L dañan a gran parte de organismos acuáticos.

Pari (2017), en su proyecto de investigación indica que un caudal alto influye de manera significativa, debido a que ayuda a la oxigenación del agua. Cabe resaltar que dicho manantial cuenta con un caudal muy bajo.

**4.2.3 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5)**

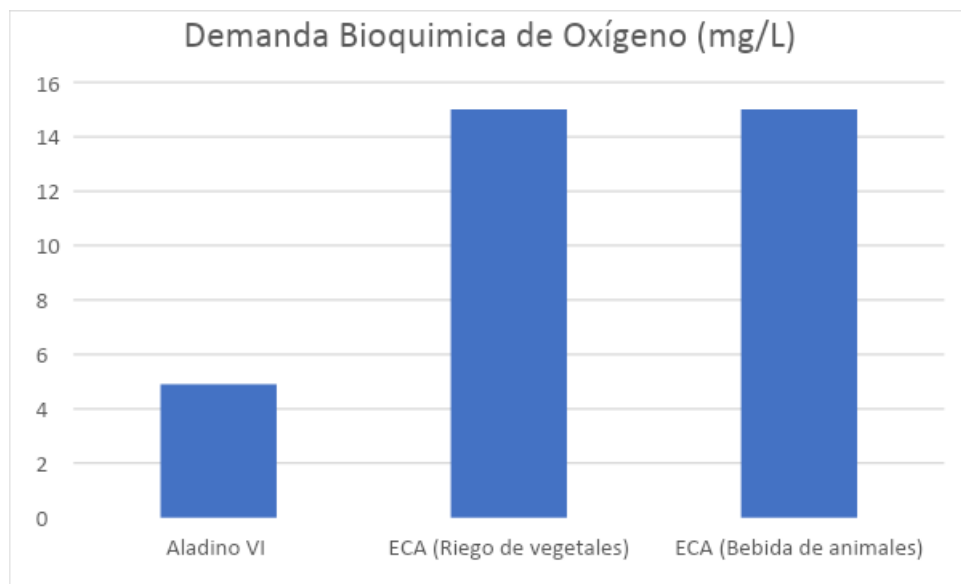


Figura 8. Comparación de DBO5 con respecto a valores (ECA)

Tabla 10. Valor DBO5 con respecto a la normativa nacional

Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)		
Aladino VI	ECA (Riego de vegetales)	ECA (Bebida de animales)
4.9	15	15

El resultado obtenido para el parámetro Demanda Bioquímica de oxígeno fue de 4.9 mg/L, la normativa nacional indica un máximo de 15 mg/L para Riego de vegetales y Bebida de animales. Demostrando que se encuentra dentro de los parámetros establecidos en la normativa nacional. La concentración baja de BDO5 es debido a que la época de muestreo fue donde las lluvias son escasas

por lo tanto baja considerablemente el caudal y la velocidad de la corriente, ya que los contaminantes no tienen movilidad. Además, la baja concentración de DBO5 demuestra la ausencia de carga de material orgánico presente en el cuerpo de agua

Yana (2014), en su trabajo de investigación determinó una concentración de 81 mg/L, donde el muestreo se realizó en épocas lluviosas, ya que un alto caudal se traduce en altas concentraciones de DBO5. Por otro lado, Tamani (2014), obtuvo un valor mínimo de 2.58 mg/L y un máximo de 14.27 mg/L, evidenciando la diferencia de valores en diferentes épocas.

#### 4.3 Medición del caudal

La determinación del caudal obtenido en el cuerpo de agua, se realizó con los siguientes datos:

Área de sección transversal (A) = 0.115 m<sup>3</sup> ⇒ 115 x 10<sup>-3</sup> m<sup>3</sup>

Velocidad obtenida(V) = 4.66 s

$$Q = V \times A$$

$$Q = 0,115 \text{ m}^3 \times 4.66 \text{ s}$$

$$Q = 0.5359 \text{ m}^3/\text{s}$$

Es evidente que el caudal es muy bajo en épocas secas. Según Pari (20) la climatología del altiplano, en las épocas donde se presenta mayor cantidad de lluvias es en los meses de enero y febrero.

#### 4.4 Análisis de las hipótesis

-Con respecto a **“En el manantial Aladino VI del distrito de Mañazo posee altos niveles de contaminación fisicoquímica por la presencia de nutrientes provenientes de la actividad ganadera, no son apropiadas para los Estándares de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM”**

Los resultado obtenido en el presente trabajo de investigación demuestran que, gran parte de los parámetros fisicoquímicos analizados se encuentran dentro de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua **Categoría 3** Subcategoría D1 “Riego de Vegetales” y Subcategoría D2 “Bebida de Animales”, a excepción del parámetro Oxígeno Disuelto con 3.1 mg/L, la normativa muestra como valor mínimo 4 mg/L y 5 mg/L respectivamente.

-Con respecto a **“Existen altos niveles de contaminación física y no cumplen los estándares de calidad ambiental para el agua Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM”**

Los valores obtenidos para los parámetros físicos muestran: Temperatura (17°C), Sólidos Totales disueltos (492 mg/L) y Conductividad Eléctrica (1304µS/cm). Todos cumpliendo con el D.S. 004-2017 MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua **Categoría 3** Subcategoría D1 “Riego de Vegetales” y Subcategoría D2 “Bebida de Animales”, concluyendo que los parámetros físicos se encuentran aptas para el riego de vegetales y bebida de animales.

-Con respecto a **“Los parámetros químicos del manantial no cumplen los estándares de calidad ambiental para el agua Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM”**

Los resultados obtenidos para los parámetros químicos fueron: Potencial de Hidrógeno (7.64 Unidades de pH), Demanda Bioquímica de Oxígeno (4.9mg/L) y Oxígeno Disuelto (3.1 mg/L), los parámetros que cumplen con el D.S. 004-2017 MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua **Categoría 3** fueron: pH y DBO, a excepción del Oxígeno Disuelto, la cual no cumple con el valor mínimo de 4 mg/L Subcategoría D1 “Riego de vegetales” y 5 mg/L Subcategoría D2 “Bebida de animales”.

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** Los resultados del análisis de agua de los parámetros fisicoquímicos en manantial Aladino VI del distrito de Mañazo muestran que la calidad de agua es apta para el riego de vegetales y bebida de animales, sin embargo, el parámetro oxígeno disuelto (3.1 mg/L) se encuentra ligeramente fuera del rango establecido por el D.S. 004-2017-MINAM, Categoría 3 con un valor mínimo de 4 mg/L para la Subcategoría D1 “Riego de vegetales” y 5 mg/L para la Subcategoría D2 “Bebida de animales”, concluyendo que el agua del manantial tiene una calidad de agua media, ya sea debido a altas temperaturas estacionales o al análisis referencial la cual tiende a tener margen de error..

**SEGUNDO:** Los parámetros temperatura, sólidos totales, conductividad eléctrica se encuentran dentro de los parámetros establecidos por el D.S. 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 “Riego de vegetales y Bebida de animales”, todos estos resultados pertenecen a la época seca. Lo que indica que los parámetros del manantial estudiado es de buena calidad y se encuentra apta para la bebida de animales y riego de vegetales.

**TERCERO:** Se determinó que los parámetros pH y DBO, están dentro de los valores establecidos por el D.S. 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 “Riego de vegetales y Bebida de animales”, a excepción del parámetro Oxígeno Disuelto la cual no se encuentra dentro del valor establecido, con un valor de 3.1 mg/L lo cual indica que es un cuerpo de agua con

poca cantidad de OD, debido a altas concentraciones de radiación solar.  
Concluyendo que los parámetros químicos estudiados son de mala calidad por lo tanto no son aptas para la bebida de animales y riego de vegetales.

## RECOMENDACIONES

PRIMERO: A instituciones como: ANA, PEBLT, IMARPE, establecer un plan de monitoreo de la calidad de agua con muestreos periódicos, a fin de determinar si el Oxígeno Disuelto no está dentro de la normativa nacional, porque cabe resaltar que el presente trabajo de investigación, presenta resultados referenciales.

SEGUNDO: A las autoridades de la Región Puno, implementar un sistema de vigilancia y control de parámetros en diferentes estaciones, para posteriormente implementar planes de acción y prevención del recurso hídrico. Además, de realizar un análisis amplio de parámetros, como Nitratos y fosfatos, debido a que en el lugar de estudio se observó la presencia de algas.

TERCERO: A la Municipalidad Distrital de Mañazo, realizar el seguimiento del parámetro oxígeno disuelto, así como los demás parámetros, si es el caso, realizar un tratamiento, a fin de que pueda cumplir con el D.S. 004-2017-MINAM Estándares de Calidad Ambiental para Agua, así garantizar la calidad de agua de la población.

## BIBLIOGRAFÍA

- Barrenechea, Martel. 2004. «De Vargas L Barrenechea Martel A 2004 Tratamiento de Agua Para Consumo Humano | Course Hero». Recuperado 16 de febrero de 2021 (<https://www.coursehero.com/file/p4at052/de-Vargas-L-Barrenechea-Martel-A-2004-Tratamiento-de-agua-para-consumo-humano/>).
- Bolaños-Alfaro, John Diego, Gloriana Cordero-Castro, y Gloriana Segura-Araya. 2017. «Determination of Nitrites, Nitrates, Sulfates and Phosphates in Drinking Water as Indicators of Contamination Caused by Human Activities, in Two Cantons of Alajuela, Province of Costa Rica». *Revista Tecnología En Marcha* 30(4):15-27. doi: 10.18845/tm.v30i4.3408.
- Boltovskoy, D. 1995. *Ecosistemas de aguas continentales y metodologías para su estudio: afinidad entre comunidades bentónicas de un ambiente lótico*. 1 ed. la plata, argentina,.
- Calizaya, José, Miriam Avendaño-Cáceres, y Irma Delgado-Vargas. 2013. «Evaluación de la calidad del agua fluvial con diatomeas (Bacillariophyceae), una experiencia en Tacna, Perú». *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica* 30(1):58-63.
- Calsin, Katherine. 2016. «Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016». Universidad Nacional del Altiplano.
- Chapman, Deborah V., World Health Organization, Unesco, y United Nations Environment Programme. 1996. *Water Quality Assessments : A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring*. London : E & FN Spon.
- Cornejo, Ciro. 2019. «Evaluación de la calidad del agua en la presa lagunillas – Santa Lucia, 2018». Universidad Privada San Carlos.
- FAO. 1997. «Los fertilizantes, en cuanto contaminantes del agua». Recuperado el 17 de febrero de 2021 (<http://www.fao.org/3/w2598s/w2598s00.htm>).



- Fernández, Alicia. 2012. «El agua: un recurso esencial». 25.
- Frías Quiñones, Tatiana De María, y Lizeth Montilla Cabudiva. 2016. «Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector Puerto de Productores río Itaya, Loreto-Perú 2014-2015». Universidad Científica del Perú.
- Gil-Marín, José Alexander, Celeidys Vizcaino, y Nelson José Montaña-Mata. 2018. «Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela». *Anales Científicos* 79(1):111-19. doi: 10.21704/ac.v79i1.1146.
- Gonzales, Maria, Carmen Orozco, Antonio Perez, Jose Alfayate, y Francisco Rodrigues. 2003. *Contaminación ambiental. Una visión desde la química*.
- Henry, J. Glynn, y Gary W. Heinke. 1999. *Ingeniería ambiental*. Pearson Educación.
- IANAS. 2019. «Calidad del Agua en las Américas – Riesgos y Oportunidades». Academia Nacional de Ciencias. Recuperado 17 de febrero de 2021 (<https://www.anc-argentina.org.ar/es/2019/03/28/publicacion-calidad-del-agua-en-las-americas-riesgos-y-oportunidades/>).
- Ledesma, Gilberto Ledesma. 2012. «Hidroquímica del Agua de los manantiales de San Joaquín, Querétaro, México». 17.
- Lizarraga, Liliana. 2003. *Análisis y evaluación del agua subterránea del área del tiradero municipal y la petaca, Linares, N.L., México*. Universidad Autónoma de Nuevo León
- Martínez, Oswaldo. 2006. «Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples, Monterrico». 146.
- Mihelcic, James, Julie Zimmerman, Martin Auer, David Hand, y Alex Mayer. 2012. «Ingeniería ambiental: Fundamentos, Sustentabilidad y diseño». Recuperado 17 de febrero de 2021 (<https://docplayer.es/94445281-Ingenieria-ambiental.html>).
- Minagri. 2016. «protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales».
- Minam. 2017. «Estándares de Calidad Ambiental ( ECA ) para Agua y Disposiciones

Complementarias».

Minaya, Reynaldo. 2017. «Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronacocha, época de transición creciente - vaciante. Iquitos. Perú. 2016». Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

OMS. 2006. «OMS | Hojas informativas sobre enfermedades relacionadas con el agua».

WHO. Recuperado 16 de febrero de 2021

([http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/diseases/diseasefact/es/](http://www.who.int/water_sanitation_health/diseases/diseasefact/es/)).

Orozco Jaramillo, Alvaro. 2014. «Bioingeniería de aguas residuales. Teoría y diseño».

Lemoine Editores. Recuperado 16 de febrero de 2021

(<https://www.librosyeditores.com/ingenieria/4764-bioingenieria-de-aguas-residuales-teoria-y-diseno-978958965482.html>).

Pari Condori, Julian. 2017. «Determinación de la calidad de agua del río llave, zona urbana del distrito de llave, Puno - 2016». Universidad Privada San Carlos.

Quispe, Deybi. 2017. «Calidad bacteriológica y físico-química del agua de seis manantiales del distrito de Santa Rosa - Melgar». Universidad Nacional del Altiplano.

Ramirez, Omar. 2015. «IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES EN COLOMBIA A PARTIR DE LA PERCEPCIÓN SOCIAL DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS LOCALIZADOS EN DIFERENTES ZONAS DEL PAÍS». 19.

Rojas Deudor, Oshio mirely. 2018. «Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018».

<https://1library.co/document/yr2p9gjz-evaluacion-parametros-quimico-microbiologico-afluente-determinar-categoria-bolivar.html>. Recuperado 16 de febrero de 2021  
(<https://1library.co/document/yr2p9gjz-evaluacion-parametros-quimico-microbiologico-afluente-determinar-categoria-bolivar.html>).

Sawyer, Clair N. 1994. Chemistry for Environmental Engineering by Clair N. Sawyer.

McGraw-Hill Companies.

- Tamani, Yilsa. 2014. «EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DEL RIO NEGRO EN LA PROVINCIA DE PADRE ABAD, AGUAYTÍA.» pdfslide.net. Recuperado 17 de febrero de 2021  
(<https://pdfslide.net/documents/practica-final-calidad-de-agua-rio-negro.html>).
- Turpo, Antony. 2018. «Evaluación de parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua potable de la planta de tratamiento Aziruni, Puno 2017». Universidad Privada San Carlos.
- United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 2019. Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás. UN.
- Weiner, Eugene R. 2000. Applications of Environmental Chemistry : A Practical Guide for Environmental Professionals. CRC Press.
- Yana, Evelin. 2014. «CONTAMINACIÓN POR MATERIA ORGÁNICA EN EL RÍO TOROCOCHA DE LA CIUDAD DE JULIACA».

**ANEXOS**

Anexo 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA.

	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES
GENERAL	¿Los parámetros fisicoquímicos del manantial Aladino VI del distrito de Mañazo cumplen con los Estándares de Calidad Ambiental para Agua, Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales D.S. 004-2017 MINAM?	Analizar los parámetros fisicoquímicos del agua del manantial Aladino VI del distrito de Mañazo, en cumplimiento con el Estándar de Calidad Ambiental, Categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales D.S. 004-2017 MINAM.	En el manantial Aladino VI del distrito de Mañazo posee altos niveles de contaminación fisicoquímica por la presencia de nutrientes provenientes de la actividad ganadera, no son apropiadas para los Estándares de Calidad Ambiental para agua, Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.	<b>INDEPENDIENTES</b> -Concentraciones de: Temperatura Sólidos Totales Conductividad pH OD DBO	<b>FÍSICOS:</b> Temperatura (°C) Sólidos Totales Disueltos (mg/L) Conductividad (µS/cm)  <b>QUÍMICOS:</b> pH (Unidad de pH) OD (mg/L) DBO (mg/L)
	¿Cuáles son las características físicas: Temperatura, Sólidos totales y Conductividad Eléctrica del manantial en el pasivo ambiental minero Aladino VI de acuerdo a los ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM?	.Determinar los parámetros físicos del agua del manantial Aladino VI temperatura, Sólidos Totales y Conductividad Eléctrica de acuerdo a los ECA categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.	Existen altos niveles de contaminación física y no cumplen los estándares de calidad ambiental para el agua Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.		
	¿Cuáles son las concentraciones químicas: Potencial de Hidrógeno, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno del manantial Aladino VI con respecto a los ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM?	Determinar los parámetros químicos del agua del manantial Aladino VI pH, Oxígeno Disuelto y Demanda Bioquímica de Oxígeno del manantial Aladino VI de acuerdo a los ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.	Los parámetros químicos del manantial no cumplen los estándares de calidad ambiental para el agua Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM.	<b>DEPENDIENTE</b> Calidad de agua del manantial Aladino VI	

Anexo 2. ECA Categoría 3 D.S. 004-2017 MINAM

**Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
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 <sub>5</sub> )	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 <sub>3</sub> -N) + Nitritos (NO <sub>2</sub> -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO <sub>2</sub> -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
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	5		5

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	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
<b>ORGÁNICO</b>				
<b>Bifenilos Policlorados</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
<b>PLAGUICIDAS</b>				
Paratión	µg/L	35		35
<b>Organoclorados</b>				
Aldrín	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difencil 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
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	µg/L	1		11
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</b>				
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 3. RESOLUCIÓN JEFATURAL N°010-2016-ANA.



CUT: 135807

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 prepublicó 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;



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.

Regístrese, comuníquese y publíquese,



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



**6.5. Establecimiento de la red de puntos de monitoreo**

El establecimiento de la red de puntos de monitoreo de un recurso hídrico superficial deberá realizarse de manera preliminar en gabinete. Para ello, es necesario contar con un mapa hidrográfico de la cuenca hidrográfica e intercuenca o de la zona marina. La recopilación e integración de información se realizan a través de herramientas informáticas como ArcGis, Google Earth Pro, entre otras.

**6.5.1. Cuenca e intercuenca**

Para el caso de una cuenca hidrográfica e intercuenca, el mapa debe contar con la delimitación de las unidades hidrográficas, ríos, lagos y lagunas, ubicación de infraestructura hidráulica (bocatomas, túneles, embalses), centros poblados y zonas urbanas, red vial, áreas naturales protegidas, pasivos mineros y/o hidrocarburíferos, vertimientos autorizados, captaciones de agua para uso poblacional, fuentes contaminantes puntuales y difusas provenientes de las actividades mineras, industriales, acuícola, agrícola, ganadera, etc. y toda información concerniente al área de evaluación. La ubicación de los puntos de monitoreo deberán incluir los siguientes aspectos:

- En la naciente del recurso hídrico, la cual se ubica generalmente en la cabecera de cuenca donde nacen los ríos, que servirá como punto de referencia o "blanco".
- En el estuario o zona de la desembocadura del río al mar.
- Aguas arriba de la confluencia con importantes afluentes laterales (cuerpos de agua laterales y trasvases), un punto en el río principal.
- Un punto de monitoreo por debajo de fuentes contaminante puntuales y difusas. En cuencas hidrográficas densamente pobladas es necesario la priorización de los puntos de monitoreo, estableciendo puntos representativos por tipo de fuente contaminante.
- Aguas abajo de la salida de embalses y lagunas.
- En zonas de protección tales como reservas, parques naturales, etc.
- En caso se cuente con una red de estaciones hidrométricas en la cuenca materia de evaluación, se recomienda que el punto de monitoreo de calidad de agua se ubique cerca a dicha estación hidrométrica para que se pueda contar con la medición simultánea del caudal.



El lugar establecido para la toma de la muestra de agua debe ser de acceso seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos.

Se debe precisar que el muestreo debe iniciarse desde los puntos ubicados en la parte alta de la cuenca o intercuenca.

**6.5.2. Lagos, lagunas, embalses**

En recursos hídricos lénticos, el mapa deberá considerar la integración de la siguiente información en mapas cartográficos: desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarburíferos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo, debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zona de pesca, recreación, acuicultura, etc.) o en zonas de importancia particular, como puntos



- de toma de agua para uso poblacional, zonas de desove o crianza de peces, zonas de ingresos de afluentes, zonas de descarga, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Para recursos hídricos con profundidades mayores a 6 metros, considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a 1 metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.

**6.5.3. Mar**

Para la ubicación de los puntos de monitoreo en la zona marina, se debe integrar en un mapa cartográfico la siguiente información: delimitación del cuerpo de agua marino-costero, desembocadura de ríos, principales centros poblados y zonas urbanas, vertimientos autorizados de aguas residuales tratadas, fuentes contaminantes puntuales y difusas, pasivos mineros, hidrocarbúricos, agrícolas, actividades productivas e industriales, instalaciones acuáticas, zonas acuícolas, zonas recreativas (balneabilidad), áreas naturales protegidas, batimetría, entre otras. El establecimiento de la red de puntos de monitoreo debe considerar los siguientes criterios:

- Los puntos de monitoreo deberán ser ubicados donde se desarrollen actividades específicas (zonas de pesca, áreas de concesión para la maricultura y bancos naturales de moluscos bivalvos, desove o crianza de peces, recreación, balnearios, acuicultura, etc.).
- En zonas de importancia particular como puntos de toma de agua para uso poblacional, desalinización, zonas de descarga de ríos, zonas de floraciones de algas u otras características atípicas.
- El número de puntos de monitoreo debe ser definido en función del tamaño de la zona de interés.
- En zonas sin influencia antropogénica que servirá como punto de referencia o "blanco".
- Se debe considerar la toma de muestras en superficie, termoclina y a un metro del fondo. La profundidad de la termoclina se calcula midiendo la temperatura en la columna de agua y determinando la zona de mayor variación. La medición de la temperatura se realiza con ecosondas de profundidad.



**6.5.4. Codificación del punto de muestreo**

El punto de muestreo debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. En la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Global (GPS); las coordenadas del punto de monitoreo deberán ser registradas en sistema UTM para puntos en cuerpos de agua continental y en sistema geográfico para puntos de monitoreo en el mar, ambos en estándar geodésico WGS84.

Asimismo, deberán registrarse puntos de referencia en la proximidad del punto de monitoreo, tales como puentes, kilometraje vial, localidad u otro elemento que permita la ubicación rápida en campo.

En el caso de puntos de muestreo en cuerpos de agua lénticos o marino costeros, es útil indicar por lo menos dos puntos de referencia en la costa que permitan la identificación del punto en el campo.

Toda la información relativa al punto de monitoreo será registrada en el formato del anexo IV: *Formato de identificación del punto de monitoreo.*



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

Todos los puntos de muestreo establecidos por la Autoridad Nacional del Agua en el marco de las actividades de Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberán poseer un código que será determinado según el siguiente detalle.

El código de cada punto de muestreo ubicado en cuerpos naturales de agua continental estará conformado por los siguientes elementos:

[Sigla del tipo de cuerpo de agua] [Sigla del nombre del cuerpo de agua] [Numeración continua]

- Sigla del tipo del cuerpo de agua
 

R	→	Río
Q	→	Quebrada
C	→	Cocha
F	→	Manantial
L	→	Laguna natural o artificial, lago
E	→	Embalse o represa
H	→	Humedal, bofedal
M	→	Mar
B	→	Bahía
G	→	Estuario, manglar o marisma
- Sigla del nombre del cuerpo natural de agua: compuesta por las cuatro (04) letras iniciales del nombre del cuerpo de agua. Para nombres compuestos se utiliza la primera letra de la primera palabra y las primeras tres (03) letras de la segunda palabra; por ejemplo Santa Bárbara: SBar.
- Numeración continua: los números se asignan en orden creciente y se inicia en la parte más alta de la cuenca (cabecera o nacimiento) con el número 1 y se aumenta la numeración hasta su desembocadura del río al mar.

Como ejemplo: si a una red de monitoreo está constituida por 21 puntos y se desea agregarle un punto adicional, el nuevo punto de monitoreo va a recibir el número siguiente al último punto de monitoreo asignado, es decir, será el punto 22. Si se elimina un punto de monitoreo de una red, el número de este punto no deberá ser "reciclado" o "reasignado" para un nuevo punto de monitoreo.



Gráfico 2. Cuenca del río Moche, mostrando la red de puntos de monitoreo.



Fuente ANA: I.T. N° 041-2014-ANA-DGCRH/GOCRH





- Buscar el tramo del cuerpo de agua más cercano al punto de monitoreo que presente un cauce lo más homogéneo posible.
- En la medida de lo posible, retirar los materiales u objetos que obstruyan el paso de agua.
- Realizar las lecturas de velocidad en los márgenes izquierdo, derecho y centro del cuerpo de agua y el largo de la línea transversal. Considerar las lecturas a media altura de cada profundidad.
- Tomar las medidas de las alturas respectivas en cada punto de medición de velocidad.
- Realizar la medición del ancho del cuerpo de agua usando una cinta métrica (wincha).

Para la medición de caudales del agua, existen varios métodos, pero los más utilizados son el método del correntómetro y el método del flotador:

a. Método del correntómetro

Este método estima la velocidad del agua por medio de un instrumento llamado correntómetro que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua.

Existen varios tipos de correntómetros, pero los más empleados son los de hélice que hay de varios tamaños; cuanto más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del equipo.

Como el correntómetro mide la velocidad en un punto, para obtener la velocidad media de un curso de agua se debe, en ciertos casos, medir la velocidad en dos, tres o más puntos a diversas profundidades a lo largo de una vertical y a partir de la superficie del agua.

Las profundidades a las que se miden las velocidades con el correntómetro están en función de la altura del tirante de agua (d).

Tirante de agua (d)	Profundidad de lectura del correntómetro
cm	cm
<15	d/2
15<d<45	0,6d
>45	0,2 d y 0,8 d o 0,2 d; 0,6 d y 0,8 d

Fuente: R.J. N° 182-2011-ANA

Conocidas las profundidades se calcula el área de la sección transversal, la cual se utilizará para el cálculo del caudal.

$$Q = V \times A$$

Donde:

V: Velocidad determinada con el correntómetro

A: Área de la sección transversal

b. Método del flotador

El método del flotador se utiliza cuando se carece de equipos de medición para este fin. Los caudales de ríos y quebradas pueden ser estimados generando primero una relación caudal-altura para un punto estable a lo largo del curso del agua mediante un aforador en una serie de condiciones de caudal bajo, medio y alto.

*Medición de la velocidad: V*

- Seleccionar un tramo homogéneo.
- Se estima una longitud apropiada que representará el espacio recorrido por el flotador que oscile entre 30 a 100 m según el caudal y tamaño del recurso.





- Contar con un flotador visible.
- Se inicia la operación lanzando el flotador al inicio del tramo seleccionado.
- Estimación del tiempo utilizado por el flotador en completar el espacio seleccionado.
- Realizar varias mediciones para descartar los valores errados que permitirá obtener un valor constante.
- Unidad de medida más representativa es m/s.

*Medición de la sección transversal: A*

- Extender una cuerda entre ambas orillas para medir la longitud.
- Medir las profundidades a lo largo del cauce tomando como referencia la cuerda.
- Estimar el área de la sección transversal.

*Medición del caudal: Q = m³/s*

El cálculo del caudal se realiza al multiplicar el área de la sección transversal (A) por la velocidad obtenida (V).

$$Q = V \times A$$

c. Método volumétrico

*Medición del tiempo: T*

- Se requiere un recipiente graduado para coleccionar el agua que permitirá determinar el flujo.
- Un cronómetro.
- Se estima el tiempo que demora el llenado de un determinado volumen de agua.

*Medición del volumen: V*

- Conocer el volumen del recipiente

*Medición del caudal: Q = m³/s*

- El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = V/T$$

Donde:

- Q: Caudal m³/s
- V: Volumen en m³
- T: Tiempo en segundos



**6.12.2. Condiciones hidrográficas y dinámicas en aguas marino-costeras**

Las masas de agua del océano son dinámicas, dado que se mueven incesantemente con base en movimientos horizontales denominados corrientes. Algunas corrientes son fenómenos pasajeros y afectan solamente un área pequeña en respuesta a las condiciones locales, con frecuencias estacionales. Otras corrientes son permanentes y afectan grandes áreas del océano a nivel mundial.

El movimiento de las corrientes se define por su dirección y velocidad, en nudos (millas náuticas por hora), millas por día o en cm/s.

El origen de los sistemas de corrientes superficiales se encuentra en el viento y, en menor grado, en la diferencia de densidades, consecuencia del flujo de energía desde los trópicos hacia regiones polares y subpolares.



Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

- En el caso de ríos accesibles y de bajo caudal, se recomienda tomar los parámetros de campo directamente en el cuerpo de agua, caso contrario utilizar un balde limpio y transparente.
- Medir los parámetros oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica y temperatura (como mínimo), la lectura de los valores deberá ser realizada de forma inmediata, luego de tomada la muestra de agua.
- Si se producen variaciones significativas de medidas entre dos muestras, es necesario calibrar el equipo.
- Las mediciones deberán registrarse en la *Ficha de registro de datos de campo* (véase el anexo I).
- Se deberán limpiar los equipos de muestreo inmediatamente después de su uso y, adicionalmente, entre muestreo y muestreo, a fin de evitar posibles contaminaciones y deterioro. Para la limpieza exterior de los equipos de muestreo es recomendable lavarlos con suficiente agua destilada/desionizada, sin causar daños internos que puedan alterar las características de los diferentes componentes. Es importante llevar a campo las herramientas necesarias y apropiadas para efectuar la limpieza de los equipos que lo requieran.

**6.15. Procedimiento para la toma de muestras**

Antes de iniciar el muestreo, todo el personal que manipula los equipos de toma de muestra, los recipientes y frascos o los reactivos de preservación, deben colocarse guantes descartables, mascarilla y gafas protectoras.

a. Toma de muestras en ríos o quebradas con bajo caudal

Es aplicable para ríos de bajo caudal o de poca profundidad, donde exista fácil acceso de ingreso al río. Se deberá evitar la contaminación de las muestras por disturbar los sedimentos del fondo o de la orilla del cauce.

Procedimiento:

- (a.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (a.2). Ubicarse en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- (a.3). Medir los parámetros de campo directamente en el río o tomando un volumen adecuado de agua en un balde limpio y evitar hacer remoción del sedimento. Seguir los procedimientos indicados en el ítem 6.14 y registrar las mediciones en la *Ficha de registro de datos de campo* (anexo I).
- (a.4). Coger un recipiente, retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (a.5). Antes de coleccionar las muestras, los frascos se deben enjuagar como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (a.6). Coger la botella por debajo del cuello, sumergirla en dirección opuesta al flujo de agua.
- (a.7). Para los parámetros orgánicos (aceites y grasas, hidrocarburos de petróleo, etc.) la toma de muestras se realiza en la superficie del río.
- (a.8). Considerar un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
- (a.9). Para muestras microbiológicas dejar un espacio del 10 % del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- (a.10). Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO<sub>5</sub>), el frasco debe llenarse lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- (a.11). Evitar coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.





b. Toma de muestras en ríos o lagos desde la orilla

Este procedimiento se realiza cuando la corriente del río es caudaloso o profundo y en el muestreo de lagos desde la orilla, utilizando un brazo muestreador.

Procedimiento:

- (b.1). El personal responsable deberá colocarse las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- (b.2). Ubicarse en un punto donde exista fácil acceso, donde la corriente sea homogénea y poco turbulenta.
- (b.3). Antes del inicio de la toma de muestras enjuagar el balde con agua del punto de muestreo como mínimo dos veces, luego tomar una muestra de agua para medir los parámetros de campo de acuerdo al ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (b.4). Para la toma de muestras colocar un frasco en el brazo muestreador, asegurarlo y retirar la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna del frasco.
- (b.5). Extender el brazo muestreador y sumergir la botella en sentido contrario a la corriente, hasta que esté parcialmente llena y proceder a su enjuague (mínimo dos veces), a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros orgánicos o microbiológicos.
- (b.6). Sumergir el recipiente a una profundidad aproximada de 20 a 30 cm desde la superficie en dirección opuesta al flujo del río.
- (b.7). Repetir los procedimientos (a.7) hasta (a.12) del ítem anterior.

c. Toma de muestras en el mar a orillas de playas

Las muestras se tomarán de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- (c.1). En playas donde el oleaje es tranquilo, el personal responsable del muestreo provisto previamente de guantes descartables deberá ingresar a la playa a una profundidad aproximada de 1 metro o hasta que el agua bordee la cintura del muestreador. Si la pendiente del fondo es pronunciada, el muestreador deberá tomar la muestra en la orilla, donde la profundidad del agua se encuentre entre el tobillo y la rodilla.
- (c.2). Se debe evitar tomar muestras en zonas de rompientes de olas.
- (c.3). Tomar un volumen de muestra de agua en un balde para medir los parámetros de campo de acuerdo con el ítem a.3 y registrar las mediciones en la Ficha de registro de datos de campo (anexo I).
- (c.5). Proceder al enjuague de los frascos, retirando la tapa y contratapa sin tocar la superficie interna. Enjuagar el frasco como mínimo dos veces.
- (c.6). Tomar el recipiente por debajo del cuello, sumergirla a una profundidad de 20 a 30 cm bajo el agua orientando la boca del frasco en contracorriente del flujo entrante. Evitar coleccionar suciedad u otras películas de la superficie.
- (c.7). Llenar el recipiente con la metodología descrita en los procedimientos (a.6) hasta (a.12), procurando que contenga un mínimo de arena.

d. Toma de muestras desde puentes

Este procedimiento es aplicable para ríos caudalosos que tienen acceso de puentes, para ellos se debe emplear un balde transparente de 4 a 20 litros, según corresponde, y una cuerda de nylon.

Procedimiento:

- (d.1). Ubicarse en el centro del puente.







Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales

de muestra de agua en función del parámetro evaluado). Una vez preservada la muestra, homogenizar y cerrar herméticamente el recipiente. Se deberán considerar las medidas de seguridad en la manipulación de reactivos utilizados (por ejemplo, ácidos, álcalis, formaldehído) teniendo en cuenta las normas de seguridad y protección personal para sustancias químicas siguiendo las recomendaciones de los fabricantes estipuladas en las hojas de seguridad (MSDS).

Los reactivos deben manipularse adecuadamente para evitar el contacto con los ojos, labios y la piel (manos), y de esa manera provocar la corrosión. Asimismo, deben tomarse precauciones para evitar la inhalación de gases tóxicos y la ingestión de materiales tóxicos a través de la nariz, la boca y la piel. Por lo cual, es esencial el uso de mascarillas, gafas de seguridad y guantes descartables resistentes a los reactivos; se recomiendan los guantes delgados de nitrilo o vinilo de color verde o celeste.

Las tapas de goma o neopreno o tapas de rosca con empaque son adecuados, siempre que los reactivos no reaccionen con estos materiales.

Durante el trabajo de campo, los reactivos se deben almacenar de forma separada de los recipientes para muestras y otros equipos en un *cooler* pequeño, limpio y seguro para impedir la contaminación cruzada.

b. Llenado de la cadena de custodia

Para el llenado de la cadena de custodia, como mínimo se deben considerar los siguientes datos:

- Nombre de la institución que realiza el monitoreo
- Nombre de la persona, correo, número telefónico del responsable de la toma de muestras
- Nombre del proyecto y/o del monitoreo
- Código de la muestra, clasificación del agua (agua de río, laguna, mar, etc.)
- Fecha y hora del muestreo
- Número y tipo de envases por punto de muestreo
- Preservación de la muestra
- Lista de parámetros de los análisis de cada punto de muestreo
- Firma de la persona responsable del monitoreo
- Observaciones en campo, como condiciones climáticas particulares, anomalías organolépticas del agua, actividades o condiciones insólitas en el lugar de monitoreo



Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la *Cadena de custodia* debidamente llenada (se la debe colocar en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore) y se remite dentro del *cooler* que contiene las muestras.

c. Almacenamiento, conservación y transporte de las muestras

Los frascos deben almacenarse dentro de cajas térmicas (*coolers*) de forma vertical para que no ocurran derrames ni se expongan a la luz del sol. Los recipientes de vidrio deben ser embalados con la debida precaución para evitar roturas y derrames durante el transporte (por ejemplo con bolsas poliburbujas o similares).

Para su conservación, las muestras recolectadas deberán acondicionarse en cajas térmicas (*coolers*) bajo un adecuado sistema de enfriamiento ( $5\pm 3$  °C), refrigerante (*ice pack*, hielo o similar) o un refrigerador móvil. En el caso de utilizar hielo, colocarlo en bolsas herméticas. Las cajas térmicas (*coolers*) deberán mantenerse a la sombra para permitir una mayor conservación de la temperatura.



Anexo 4. CERTIFICADO DE ANÁLISIS EN LABORATORIO INIA – PUNO.



**PERÚ** Ministerio de Agricultura y Riego



Instituto Nacional de Innovación Agraria

**CERTIFICADO DE ANALISIS**

SOLICITANTE : William Geronimo Mamani.  
 DIRECCIÓN :  
 PROCEDENCIA : Mañazo.  
 LUGAR :  
 N° MUESTRAS : 01.  
 PRODUCTO : Análisis de Agua.  
 TIPO DE ANALISIS : Análisis Especial  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 06 de Octubre del 2020.  
 FECHA DE CERTIFICACIÓN : 13 de Octubre del 2020.

Clave Usuario	pH	T° C	C. E. mmhos/cm 25 °C	Solidos Totales Disueltos mg/l	Oxigeno Disuelto mg/l	DBO mg/l
Ojo de Agua Aladino.	7.64	17.02	1.304	492.00	3.10	4.90

**Referencias:**

1. - Methods of analysis for soils, plants and waters. University of California, Division of Agricultural Sciences E.U.A. Sexta reimpression, Octubre 1988. 195p.
2. - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1996. Soil survey laboratory methods manual. Soil Survey

**Conclusiones:**

La muestra analizada de Agua CUMPLE con los requisitos de documentos referenciales.

**Nota:**

Cualquier corrección y/o enmendadura anula al presente documento. (El informe sólo afecta a la muestra sometida a ensayo).

**Observaciones:** Ninguna.



**INIA**  
ESTACIÓN EXPERIMENTAL ILLPA - PUNO

Ing° JORGE CANIHUA ROJAS  
Jefe Laboratorio Análisis  
SALCEDO

Los resultados son aplicables a esta muestra.

La Rinconada Salcedo S/N°-Puno  
 T: (051) 363 812  
 www.inia.gob.pe  
 www.minagri.gob.pe



Anexo 5. REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 1.

Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R.L. N° 202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas puedan encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

**UBICACIÓN**

Distrito:  Provincia:  Departamento:


Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas:  Proyección UTM  Geográficas

Norte/Latitud:  Zona:  (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud:  Altitud:  (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)



Fotografía:   
(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)

Elaborado por William Gervino Fecha 06-10-2020

Anexo 6. REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 2.

Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R., N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

**IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO**

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ....)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

**UBICACIÓN**

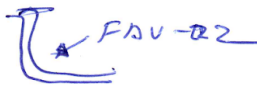
Distrito:  Provincia:  Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas:  Proyección UTM  Geográficas

Norte/Latitud:  Zona:  (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud:  Altitud:  (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia): 

Fotografía:   
(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)

Elaborado por William Geronimo

Fecha 06-10-2020

Anexo 7. REGISTRO DE IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO 3.

### Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:   
(Categorizado de acuerdo a la R., N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:   
(Código Pfaffstätter)

**IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO**

Código del punto de monitoreo:   
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:   
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:   
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:   
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:   
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno:   
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

**UBICACIÓN**

Distrito:  Provincia:  Departamento:


Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas:  Proyección UTM  Geográficas

Norte/Latitud:  Zona:  (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud:  Altitud:  (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)



Fotografía:   
(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)

Elaborado por William Gevinimo Fecha 06-10-2020









Anexo 10. PANEL FOTOGRÁFICO.



Figura 9. Punto 1 de muestreo.

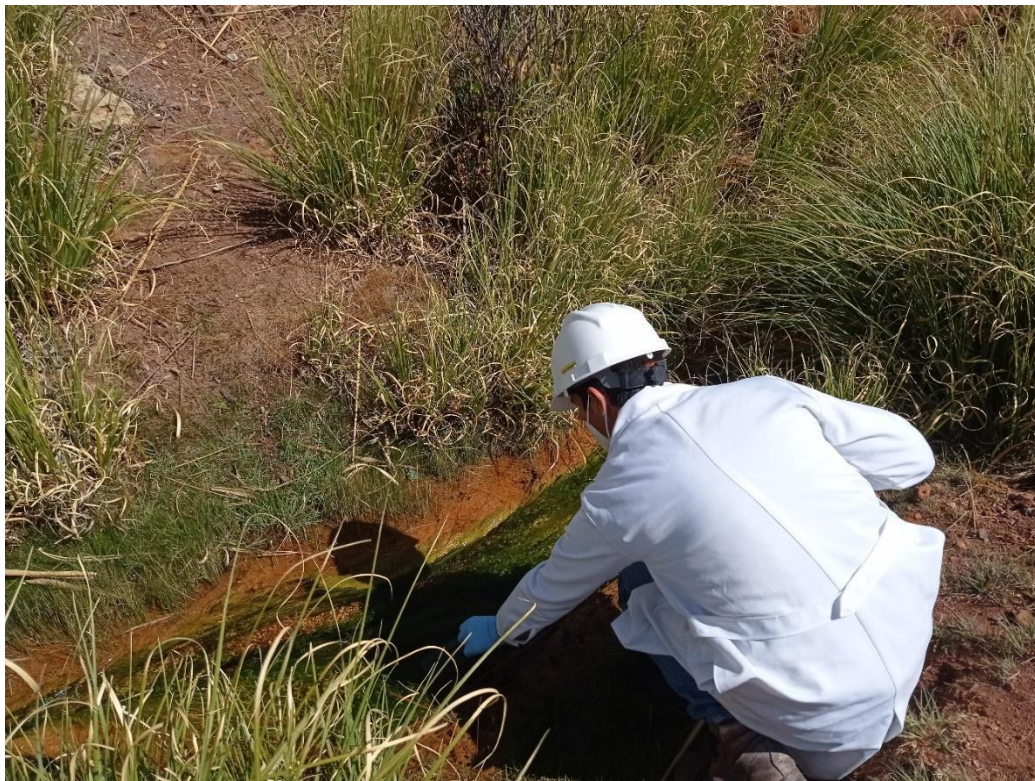


Figura 10. Punto 2 de muestreo.





*Figura 11. Punto 3 de muestreo*



*Figura 12. Medición de Temperatura In situ*





*Figura 13. Determinación del caudal mediante método del Flotador.*



*Figura 14. Accesibilidad al lugar de muestreo (Manantial Aladino VI).*





*Figura 15. Pasivo Ambiental Minero Ubicado al sur del Distrito de Mañazo.*

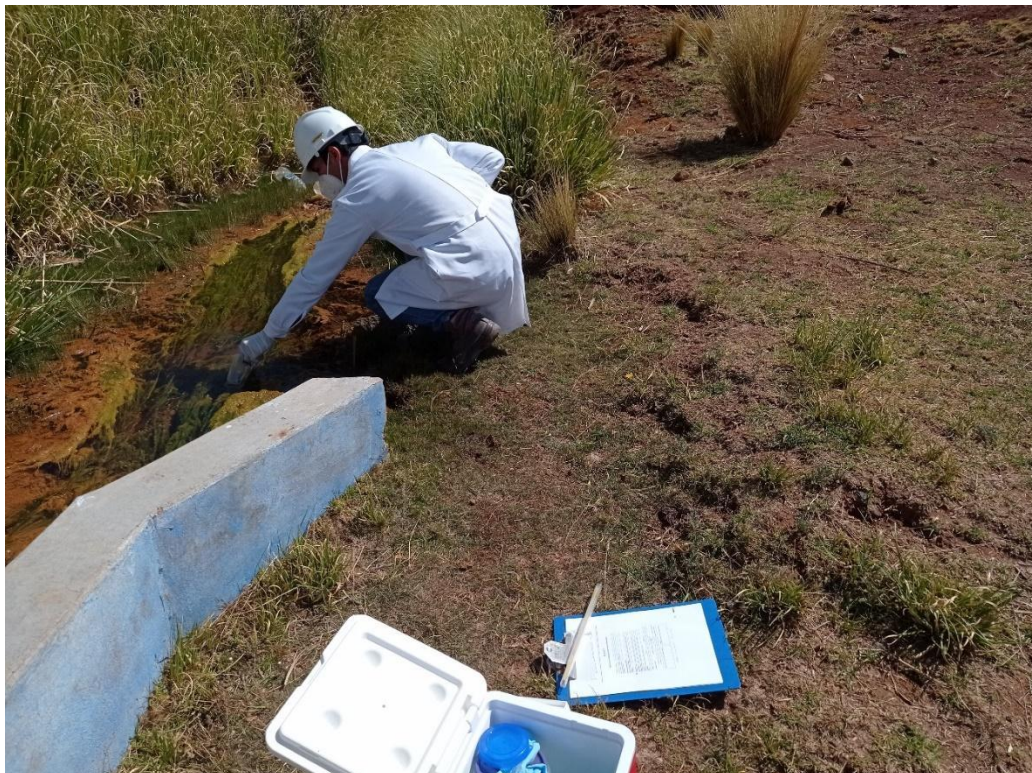


*Figura 16. Naciente del Manantial con presencia de algas evidenciando presencia de Nutrientes Orgánicos (Nitratos y Fosfatos).*





*Figura 17. Recurso Hídrico destinado a bebida de animales y riego.*



*Figura 18. Procedimiento de toma de muestra en campo.*





Figura 19. Uso adecuado de EPPs, para el óptimo muestreo considerando la situación Covid – 19.

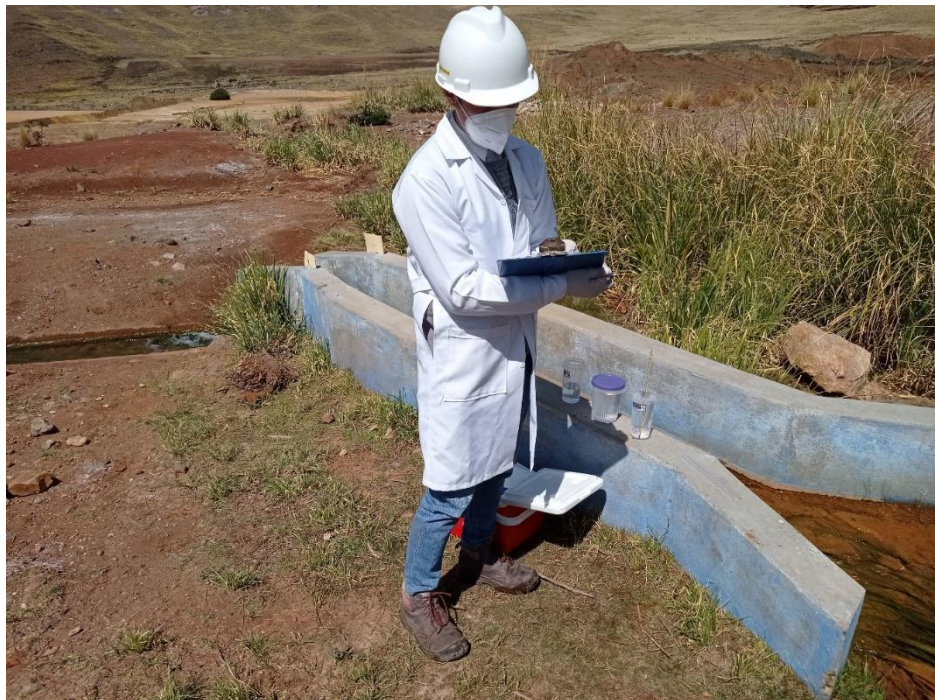


Figura 20. Llenado de formatos (Cadena de Custodia, etc.)





*Figura 21. Medición de Temperatura In situ.*



*Figura 22. Conservación de muestras para el traslado a laboratorio.*





*Figura 23. Crianza de animales en la zona de estudio.*



*Figura 24. Vegetación y cultivos presentes en el área de estudio.*



*Figura 25. Laboratorio experimental INIA – Puno.*