

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS

FACULTAD DE INGENIERÍAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN

PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023

PRESENTADA POR:

BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

PUNO – PERÚ

2024



Repositorio Institucional ALCIRA by [Universidad Privada San Carlos](https://www.upsc.edu.pe/) is licensed under a [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



5.67%

SIMILARITY OVERALL

9.04%

POTENTIALLY AI

SCANNED ON: 26 APR 2024, 11:49 AM

Similarity report

Your text is highlighted according to the matched content in the results above.

● IDENTICAL
1.64%

● CHANGED TEXT
4.02%

AI Detector Results

Highlighted sentences with the lowest perplexity, most likely generated by AI.

● LIKELY AI
2.70%

● HIGHLY LIKELY AI
6.34%

Report #20902807

BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023 RESUMEN L

a presente investigación tiene por objetivo evaluar la calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya en el año 2023, para ello la metodología utilizada ha sido en base al protocolo de monitoreo de aguas, por lo que se ha tomado dos muestras de agua de cada captación en los meses de noviembre y diciembre, en total se han analizado 4 parámetros físicos, 7 químicos y 2 microbiológicos en el laboratorio de aguas y suelos de la facultad de Ciencias Agrarias de la UNA -Puno, obteniendo los siguientes resultados: La concentración de los parámetros fisicoquímicos han mostrado el siguiente comportamiento: en la captación de Chichicapac los parámetros pH (7.08), conductividad eléctrica (0.28 mS/cm), temperatura (14.92 °C), sólidos disueltos totales (0.15 g/l), dureza total (353.69 mg/l), alcalinidad (196.60 mg/l), cloruros y magnesio (8.51 mg/l y 64.19 mg/l) se han incrementado, mientras que en el caso de Jatun Pinaya sólo se han incrementado los parámetros cloruros y sulfatos; por lo que se puede afirmar que en el caso de Jatun Pinaya se han incrementado los valores y para el caso de Chichicapac han descendido, en tanto que para los parámetros microbiológicos en la captación de Chichicapac los parámetros coliformes

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN CARLOS
FACULTAD DE INGENIERÍAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TESIS

**CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN
PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023**

PRESENTADA POR:

BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE

:


Dr. ESTEBAN ISIDRO LEON APAZA


PRIMER MIEMBRO

:


M.Sc. MARLENE CUSI MONTESINOS

SEGUNDO MIEMBRO

:


Mg. KATIA ELIZABETH ANDRADE LINARES

ASESOR DE TESIS

:


MSc. FREDY APARICIO CASTILLO SUAQUITA

Área: Ingeniería Tecnológica.

Sub Área: Ingeniería Ambiental.

Línea de investigación: Ciencias Ambientales.

Puno, 30 de abril del 2024.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis primeramente a Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto de mi vida y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor, por estar conmigo en cada paso que doy, Por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de mi estudio y permitir hacer realidad este maravilloso sueño el ser profesional.

A MI MADRE; Martina Ramos Illpanocca por su constante apoyo económico y moral, por su sacrificio, dedicación y ser una inspiración constante para salir adelante, por creer que yo podía llegar a la meta trazada, Gracias mami por tus oraciones y tus palabras de fortaleza.

A MI PADRE; Mateo Víctor huaquisto Quispe, Gracias papá por darme una carrera para mi futuro y por creer en mí aunque hemos pasado momentos difíciles Siempre han estado apoyándome y brindándome todo su amor, por todo esto les agradezco de todo corazón el que estén conmigo a mi lado.

A MIS HERMANOS; Judith, Juan Luis, Miguel Ángel, Guadalupe, Jhosely, Gracias por estar conmigo siempre, por sus buenos consejos, por ser mi confidente, por ayudarme y apoyarme durante este largo camino.

A MI PAREJA; Pablo Saúl Palma Tristán por brindarme su apoyo personal y académico, su cariño y por alentarme día con día a ser mejor, ayudándome a mejorar como persona, por confiar en mí y estar presente sumando a mi vida, gracias por creer en mí.

AGRADECIMIENTOS

- A la Universidad Privada San Carlos – Puno, por acogerme como mi segundo hogar donde recibí las enseñanzas impartidas por los diferentes docentes en los años de estudios, donde se me permitió alcanzar uno de mis objetivos más anhelados.
- A la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental por brindarme los conocimientos impartidos en los diferentes años de estudios cursados.
- A mi asesor M.Sc. Fredy Aparicio Castillo Suaquita por su compromiso, paciencia y enseñanza incondicional para lograr la elaboración del presente trabajo de investigación

Agradecer a mis jurados:

- Presidente Dr. Esteban Isidro León Apaza,
- Primer miembro: M.Sc. Marlene Cusi Montesinos,
- Segundo miembro M.Sc. Katia Elizabeth Andrade Linares,

Por todos sus aportes para mejorar mi trabajo de investigación.

- A las autoridades del distrito de Macusani, Alcalde, Concejales y pobladores que consumen el agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya del distrito de Macusani - Carabaya, por el apoyo en cuanto a información y autorizaciones para facilitar el recojo de información para la presente investigación.

ÍNDICE GENERAL

| | Pág. |
|-------------------|------|
| DEDICATORIA | 1 |
| AGRADECIMIENTOS | 2 |
| ÍNDICE GENERAL | 3 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| ÍNDICE DE FIGURAS | 7 |
| INDICE DE ANEXOS | 8 |
| RESUMEN | 9 |
| ABSTRACT | 10 |
| INTRODUCCIÓN | 11 |

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|---|-----------|
| 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 13 |
| 1.1.1 Problema General | 15 |
| 1.1.2 Problemas específicos | 15 |
| 1.2. ANTECEDENTES | 15 |
| 1.2.1. Antecedentes internacionales | 15 |
| 1.2.2. Antecedentes nacionales | 17 |
| 1.2.3. Antecedentes locales | 19 |
| 1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN | 21 |
| 1.3.1. Objetivo general | 21 |
| 1.3.2. Objetivos específicos | 21 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|---|-----------|
| 2.1. MARCO TEÓRICO | 22 |
| 2.1.1. Calidad del agua | 22 |
| 2.1.2. Parámetros microbiológicos del agua | 23 |
| 2.1.3. Parámetros físicos y químicos del agua | 23 |
| 2.1.4. Manantiales | 24 |
| 2.2. MARCO CONCEPTUAL | 24 |
| 2.3. MARCO NORMATIVO. | 27 |
| 2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN | 28 |
| 2.4.1. Hipótesis general | 28 |
| 2.4.2. Hipótesis específicas | 28 |

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

| | |
|---|-----------|
| 3.1. ZONA DE ESTUDIO | 30 |
| 3.2. TAMAÑO DE MUESTRA | 31 |
| 3.2.1. Población | 31 |
| 3.2.3. Muestra | 31 |
| 3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS | 32 |
| 3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES | 34 |
| 3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO | 34 |

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

| | |
|---|-----------|
| 4.1. RESULTADOS RESPECTO A LA VARIABLE INDEPENDIENTE | 35 |
| 4.1.1. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Jatun Pinaya. | 35 |

| | |
|--|-----------|
| 4.1.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Chichicapac. | 37 |
| 4.2. RESULTADOS RESPECTO A LA VARIABLE DEPENDIENTE | 39 |
| 4.2.1. Análisis de la calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya. | 39 |
| 4.2.2. Análisis de la calidad del agua de la captación de Chichicapac. | 41 |
| 4.3. COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS CAPTACIONES DE JATUN PINAYA Y CHICHICAPAC DEL DISTRITO DE MACUSANI EN CARABAYA. | 43 |
| 4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS. | 44 |
| 4.4.1. Comprobación de la Hipótesis General. | 44 |
| 4.4.2. Comprobación de la primera hipótesis específica. | 44 |
| 4.4.3. Comprobación de la segunda hipótesis específica. | 45 |
| CONCLUSIONES | 47 |
| RECOMENDACIONES | 48 |
| BIBLIOGRAFÍA | 49 |
| ANEXOS | 54 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Tabla 01: Coordenadas de los puntos de monitoreo | 30 |
| Tabla 02: Metodología de los parámetros físicos y químicos | 32 |
| Tabla 03: Metodología de los parámetros microbiológicos | 33 |
| Tabla 04: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Jatun Pinaya. | 35 |
| Tabla 05: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Chichicapac. | 37 |
| Tabla 06: Calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya. | 39 |
| Tabla 07: Calidad del agua de la captación de Chichicapac. | 41 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| Figura 01: Ubicación de la zona de Estudio. | 31 |
| Figura 02. Porcentaje de cumplimiento de los parámetros: físicos, químicos y microbiológicos en las captaciones de Jatun Pinaya y Chichicapac. | 43 |

INDICE DE ANEXOS

| | Pág. |
|--|-------------|
| Anexo 01: Análisis de Laboratorio del agua de Jatun Pinaya, para la muestra del 22/11/2023. | 55 |
| Anexo 02: Análisis de Laboratorio del agua de Jatun Pinaya, para la muestra del 18/12/2023. | 57 |
| Anexo 03: Análisis de Laboratorio del agua de Chichicapac, para la muestra del 22/11/2023 | 59 |
| Anexo 04: Análisis de Laboratorio del agua de Chichicapac, para la muestra del 18/12/2023 | 61 |
| Anexo 05: Límites máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano. | 63 |
| Anexo 06: Galería fotográfica | 66 |
| Anexo 07: Matriz de consistencia | 83 |

RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo evaluar la calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya en el año 2023, para ello la metodología utilizada ha sido en base al protocolo de monitoreo de aguas, por lo que se ha tomado dos muestras de agua de cada captación en los meses de noviembre y diciembre, en total se han analizado 4 parámetros físicos, 7 químicos y 2 microbiológicos en el laboratorio de aguas y suelos de la facultad de Ciencias Agrarias de la UNA -Puno, obteniendo los siguientes resultados: La concentración de los parámetros fisicoquímicos han mostrado el siguiente comportamiento: en la captación de Chichicapac los parámetros pH (7.08), conductividad eléctrica (0.28 mS/cm), temperatura (14.92 °C), sólidos disueltos totales (0.15 g/l), dureza total (353.69 mg/l), alcalinidad (196.60 mg/l), cloruros y magnesio (8.51 mg/l y 64.19 mg/l) se han incrementado, mientras que en el caso de Jatun Pinaya sólo se han incrementado los parámetros cloruros y sulfatos; por lo que se puede afirmar que en el caso de Jatun Pinaya se han incrementado los valores y para el caso de Chichicapac han descendido, en tanto que para los parámetros microbiológicos en la captación de Chichicapac los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes no han cambiado, mientras que en el caso de Jatun Pinaya el parámetros coliformes totales ha descendido y el coliformes termotolerantes no ha cambiado su valor; por lo que se puede afirmar que en ambas captaciones los parámetros microbiológicos no se han incrementado, por último se concluye que la calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya si cumplen con los límites máximos permisibles pero solo en el caso de los parámetros físicos (pH, conductividad eléctrica, Temperatura, sólidos disueltos totales) y químicos (dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, Calcio, Magnesio), sin embargo no se cumple con los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes), por lo que el agua no se considera apta para consumo humano.

Palabras clave: Calidad del agua, Parámetros fisicoquímicos, Parámetros microbiológicos..

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the water quality of the Chichicapac and Jatun Pinaya catchments according to DS N° 031-2010-SA in the district of Macusani - Carabaya in the year 2023, for this the methodology used has been based on the water monitoring protocol, so two water samples have been taken from each catchment in the months of November and December, in total 4 physical, 7 chemical and 2 microbiological parameters have been analyzed in the water and soil laboratory of the Faculty of Agrarian Sciences of the UNA -Puno, obtaining the following results: The concentration of the physicochemical parameters have shown the following behavior: in the Chichicapac catchment the parameters pH (7.08), electrical conductivity (0.28 mS/cm), temperature (14.92 °C), total dissolved solids (0.15 g/l), total hardness (353.69 mg/l), alkalinity (196.60 mg/l), chlorides and magnesium (8.51 mg/l and 64.19 mg/l) have increased, while that in the case of Jatun Pinaya only the chloride and sulfate parameters have increased; Therefore, it can be stated that in the case of Jatun Pinaya the values have increased and in the case of Chichicapac they have decreased, while for the microbiological parameters in the Chichicapac catchment the total coliform and thermotolerant coliform parameters have not changed. while in the case of Jatun Pinaya the total coliform parameters have decreased and the thermotolerant coliforms have not changed their value; Therefore, it can be stated that in both catchments the microbiological parameters have not increased. Finally, it is concluded that the water quality of the Chichicapac and Jatun Pinaya catchments do comply with the maximum permissible limits, but only in the case of the parameters physical (pH, electrical conductivity, Temperature, total dissolved solids) and chemical (total hardness, alkalinity, chlorides, sulfates, nitrates, Calcium, Magnesium), however the microbiological parameters (total coliforms, thermotolerant coliforms) are not met. so the water is not considered suitable for human consumption.

Keywords: Water quality, physicochemical parameters, microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

Recientes pruebas señalaron que los manantiales del distrito de Macusani y sus respectivas captaciones representan un gran peligro para la vida de los residentes puesto que, se trata de su única fuente de agua y estas no recibieron el cuidado y tratamiento necesario para ser de apto para el consumo, se desconoce si realmente es salubre para los pobladores y sobre todo benigno para su salud sin atentar contra las normativas(Organización mundial de la Salud, 2006).

Al ser importante el agua para la supervivencia humana es considerada en el grupo de los recursos básicos para la adecuada sostenibilidad de una familia y por eso es considerado como un derecho fundamental dando importancia a los grupos más vulnerables sin excluirlos por sus características e ideologías (ONU, 2010). Sin embargo, aún existe la desigualdad entre sociedades basado en el poder económico que no permiten a todos los ciudadanos gozar con equidad los beneficios que ofrece el agua, para erradicarla es necesario gestionar de manera eficiente el agua y crear fuentes hídricas que proporcionen agua libre de impurezas (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018)

Por ello el objetivo principal del presente proyecto de indagación es analizar si el agua proporcionada por las captaciones de Macusani son totalmente salubres para los pobladores y si realmente cumple con las reglas para brindar una calidad de vida segura. Además dicho material servirá de guía y apoyo para un futuro (Autoridad Nacional del Agua, 2014).

El desarrollo del presente documento lo hemos dividido en los siguientes apartados:

Capítulo I: Exponemos el problema citando información relevante relacionada a la investigación, luego citamos antecedentes de tipo internacional, nacional y del ámbito local, para al final citar los objetivos del presente trabajo.

Capítulo II: Desarrollamos cada uno de los términos que fundamentan el trabajo desarrollado, para ello se exponen el marco teórico y el conceptual y la normatividad nacional vigente, para al final mencionar las hipótesis de éste trabajo.

Capítulo III: Abarcamos el tema de la forma en la que se desarrolló la investigación a través de la metodología de investigación, presentamos la zona de estudio, la población y la muestra, y la parte estadística de éste trabajo.

Capítulo IV. En éste capítulo se exponen los resultados que se obtuvieron así como de la misma manera se terminan analizando e interpretando cada uno de ellos.

Por último terminamos el presente documento manifestando nuestras apreciaciones de los resultados obtenidos en las conclusiones y recomendamos el punto de vista que nos ofrece el haber realizado éste trabajo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

No es un misterio que en la actualidad existen zonas y sectores que solo poseen agua de mala calidad a su disposición trayendo obstáculos para salud de todos los pobladores, dichos inconvenientes provocaron que la ausencia de agua apta para el consumo humano se convierta en uno de los problemas más grandes y amenazantes del nuestro presente. La escasez de agua potable e incluso de una fuente que sirva para su fácil acceso resultaron un obstáculo para el desarrollo de muchos países, de igual forma existen muchos lugares que cuentan con instalaciones sanitarias deficientes que no cumplen su propósito, pues no eliminan los residuos y contaminantes. Es común ver dichas deficiencias en las zonas rurales o alejadas de las ciudades. Y debido a las complicaciones por intentar proporcionar servicios de buena calidad y garantía en áreas alejadas, significó un gran desafío para las autoridades (UNESCO, 2022) . En los lugares que resguardan a gran cantidad de personas utilizan el agua abastecida como forma de administración porque es la manera más económica de abastecer de agua potable a las grandes ciudades, pero este método es demasiado complicado de aplicar en las zonas alejadas al no contar con red de tuberías, por eso su única manera de conseguir agua es mediante el uso de pozos o sistemas de abastecimiento comunales (ONU, 2019).

El Diagnóstico de la Calidad del Agua en el Perú, perteneciente a la evaluación que se realizó entre abril de 2010 y diciembre de 2012, constató que de un total de 159 unidades hidrológicas, alrededor de 35 unidades hidrológicas manifiestan altas concentraciones de pH, coliformes termotolerantes, conductividad eléctrica, y una considerable demanda bioquímica de oxígeno, arsénico, mercurio, cadmio, plomo y hierro en agua (Autoridad Nacional del Agua, 2014). La escasez de agua potable además de la deficiencia de las fuentes hídricas para eliminar cualquier impureza, causan todo tipo enfermedades vinculadas con el sistema digestivo por la mala calidad del agua resultando ser de gran amenaza para la salud pública. Alrededor de un millón de niños mueren cada año por consumir agua contaminada, ya que esta contiene todo tipo de agentes infecciosos. Más de un millón de personas en todo el mundo no gozan de agua potable. A más de dos millones de personas les faltan servicios con respecto al saneamiento ambiental (OMS, 2018).

Al ser importante el agua para la supervivencia humana es considerada en el grupo de los recursos básicos para la adecuada sostenibilidad de una familia y por eso es considerado como un derecho fundamental dando importancia a los grupos más vulnerables sin excluirlos por sus características e ideologías (ONU, 2010). Sin embargo, aún existe la desigualdad entre sociedades basado en el poder económico que no permiten a todos los ciudadanos gozar con equidad los beneficios que ofrece el agua, para erradicarla es necesario gestionar de manera eficiente el agua y crear fuentes hídricas que proporcionen agua libre de impurezas (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

Es por estas deficiencias que afectan el desarrollo sostenible del mundo que surgió la urgencia de idear una investigación centrada en evaluar la calidad del agua de las fuentes hídricas. Ubicadas en el distrito de Macusani que pertenece a la provincia de Carabaya del departamento de Puno, el agua de las captaciones de Jatun Pinaya y

Chichicapac es consumida por los pobladores, trayendo como consecuencia demasiados problemas por el mal tratamiento o en peores casos por la falta de algún tipo de análisis. Por ello es fundamental tener en conocimiento los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, puesto que dichas fuentes de agua sirven para el consumo humano y principalmente para el uso doméstico, por eso, de no cumplir con la norma establecida los habitantes tienen mayor posibilidad de contraer problemas relacionados con su salud.

1.1.1 Problema General

¿Cómo será la calidad del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023?

1.1.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos en el agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA?
- ¿Cómo es la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA?

1.2. ANTECEDENTES

1.2.1. Antecedentes internacionales

Machado et al. (2019), realizaron una investigación en Latinoamérica, empleando a Uruguay como muestra, y evaluando la cantidad de arsénico que albergan de las aguas subterráneas que llegan a los hogares de cada familia. Las personas que se encargaron de investigar evaluaron alrededor de cincuenta pozos con más de 40 metros de altura, analizando y determinando un pronóstico a través de la espectrometría de absorción atómica electrotermica. Los resultados mostraron una cantidad de arsénico encontrada (1.72-120.48 $\mu\text{g.L}^{-1}$) que sobrepasa los límites de las normativas impuestas por la Organización Mundial de la Salud (10 $\mu\text{g.L}^{-1}$). Se concluyó que la concentración de

arsénico encontrado se debe a la oxidación que se produce en el interior de los y por ello es importante realizar una limpieza y tratamiento con parámetros inorgánicos para evitar futuras consecuencias afecten la vida de los residentes que utilizan estos pozos como principal fuente para acceder al agua.

Solgi y Jalili (2021), decidieron realizar las mismas pruebas utilizando siendo su foco de investigación la Llanura Chahardoli (Irán), especialmente el agua subterránea de las áreas agrícolas. Utilizaron el método de espectrofotometría en un total de 94 muestras de agua de los pozos para analizar la cantidad de As y NO_3 . Los resultados que obtuvieron mostraron que la variación de los nitratos fue entre 3,20 y 428,00 mg.L-1, con resultado de un valor medio de $152,95 \pm 115,49$ mg.L-1. De igual forma, el nitrato mostró una concentración de 73 % de las muestras demostrando que excedió los límites aceptables de la Organización Mundial de la Salud (50 mg.L-1). Por otra parte, la concentración de arsénico varió entre 0,39 a 220,82 $\mu\text{g.L-1}$, es decir, la media de 30,16 $\mu\text{g.L-1}$. Por último el 59 % de todas las muestras superaron el límite que recomienda la OMS (10 $\mu\text{g.L-1}$). Se concluyó que los resultados fueron consecuencia de la existencia de centros mineros cercanos que contaminan el agua debido a sus desechos además de estar relacionado con la geografía del lugar.

Li et al. (2021), decidieron situar su investigación en China, evaluando la concentración de arsénico que se alberga en los pozos privados (2712) y los problemas que puede ocasionar en la salud de los pobladores de dicha zona, esto en un periodo de tiempo de nueve años (2010-2019). Los resultados que se lograron evaluar gracias al método de la espectrofotométrica de absorción atómica revelaron que la cumbre en cantidad de arsénico encontrada fue en el segundo año de evaluación (2011) con 1,42 $\mu\text{g.L-1}$ de arsénico, mientras que la mínima fue en 2018 (0,28 $\mu\text{g.L-1}$). Además, señalaron que las concentraciones más altas se localizan principalmente en las áreas circundantes a las zonas mineras, lo que hacía que los residentes cercanos fueran los más susceptibles a la

exposición. En última instancia, la conclusión del estudio destaca la utilidad de establecer límites más bajos para el arsénico en las aguas subterráneas en estas regiones y para los grupos más afectados, sirviendo como referencia para los formuladores de políticas.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Cordova y Muñoz (2021), llevaron a cabo una evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en los manantiales Pauco uno y dos, ubicados en el distrito de Utco, provincia de Celendín, Departamento de Cajamarca. Se tomó la decisión de utilizar la tecnología como método de apoyo software IBM SPSS Statistics y Excel para enfocarse en el aspecto descriptivo para comparar los resultados y analizarlos detalladamente. Se obtuvo un resultado para los parámetros de elementos (Al, B, Ba y Mn) también se tomó en cuenta aspectos que se captan a simple vista como la Turbidez además evaluar el Cloruro, Nitrato y pH del agua. Los resultados fueron positivos pues de acuerdo a las normativas todas las cantidades no sobrepasan los límites impuestos. Pero en caso de los termotolerantes y la conocida Escherichia Coli si sobrepasan las cantidades y no cumplen las normativas, convirtiendo peligro el consumo del agua proveniente de estas fuentes.

Hurtado (2021), su indagación se llevó a cabo en el centro poblado de Quillazu, donde se identificaron tres captaciones de agua: Captación "Quillazú I Sector", Captación "Quillazú (Progreso 01)" y Captación "Quillazú (Progreso 02)". El objetivo principal fue determinar si los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en estas diversas captaciones cumplen con los estándares establecidos por el D.S. N°4 – año 2017 – Estándares de Calidad Ambiental, MINAM.; utilizó diferentes maneras para obtener perspectivas mediante la observación, y de igual forma con longitudinalidad; La población que se tomó para la muestra fue conformada por el agua de tres captaciones: "Quillazú I Sector", Captación "Quillazú (Progreso 01)" y Captación "Quillazú (Progreso 02)". En análisis generales. suponiendo que la confrontación del análisis utiliza la prueba "T" (Student), misma que es

procesada por SPSS V22 para obtener el resultado. Las observaciones fisicoquímicas y microbiológicas se llevaron a cabo en las cuencas "Sector Quillazú I", "Quillazú (Progreso 01)" y "Quillazú (Progreso 02)". Los resultados de los parámetros fisicoquímicos cumplen con las normativas vigentes. Sin embargo, en contraste, los resultados microbiológicos no cumplen con la normativa establecida por el D.S. N°4 (2017), del Ministerio del Ambiente.

Huaccha y Villena (2021), entre los meses marzo, junio y septiembre del año 2019 fueron evaluadas tanto la calidad fisicoquímica como la microbiológica respecto al agua del Caserío Agua Blanca, perteneciente al distrito de Sorochuco, Provincia de Celendín (Cajamarca). Como último, paso dieron a conocer los resultados: Potencial de hidrógeno (pH): 7,56, Conductividad eléctrica: 514,70 uS/cm, Sólidos disueltos totales: 276 mg/L, Dureza total: 29393 mg/L, Cantidad de aluminio: 0,03 mg/L, Turbidez de agua: 1,57 NTU, Oxígeno disuelto: 6,38 mg/L, Fósforo: <0,04 mg/L, Manganeso: <0,003 mg/L, Sodio: 2,04 mg/L, Coliformes fecales o termotolerantes: 0,7 NMP/100mL, Coliformes en su totalidad: 10,61 NMP/100mL.

Albornoz (2019), decidió evaluar la calidad del agua de las fuentes hídricas de los manantiales Garua, Yuraj y Ñawin Puquio en Rondos (Huacarcocha), enfocándose en las características físicas y composición química del líquido. Para después comparar los resultados con las normas establecidas por el Decreto Supremo número 031-2010-SA, encargada de regular la calidad del agua destinada para consumo humano. Se empleó la prueba T de Student para contrastar datos y utilizó un software estadístico para realizar el análisis de los resultados. Se determinó que los parámetros analizados en los manantiales Yuraj Puquio, Ñawin Puquio y Garua superan los niveles máximos permitidos según la normativa para la calidad del agua destinada al consumo humano.

1.2.3. Antecedentes locales

Sandoval (2019), en su estudio titulado: “determinar la calidad de agua de pozos en el centro poblado de Moro, Paucarcolla durante año 2019”, se realizó un estudio utilizando como muestra agua de cinco pozos, y se pudo determinar los parámetros físicos que lleva el agua del pozo ubicado en el Centro poblado de Moro, tiene conductividad eléctrica en un promedio de 5270 $\mu\text{S}/\text{cm}$ excediendo el límite concebible (1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$), el promedio de la temperatura fue de 17.82 °C, los sólidos disueltos se encuentran en total normalidad con 682.51 mg/l, la turbidez del agua se mantuvo en un promedio de 1.34 UNT, dentro de los niveles normales. En cuanto a los parámetros químicos, el pH promedió 7.62 unidades, los sulfatos alcanzaron un promedio de 43.65 mg/l, los nitratos registraron un promedio de 37.45 mg/l, la dureza total fue de 134.19 mg/l, y los cloruros promediaron 289.35 mg/l, todos dentro de rangos aceptables. Sin embargo, la conductividad eléctrica excedió el límite permisible. En términos microbiológicos, los coliformes totales presentaron un promedio de 109.60 UFC/100 ml, superando el límite permisible de 100 UFC/100 ml, mientras que los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en las cinco muestras. Se identificó una preocupación en la conductividad eléctrica y la presencia de coliformes totales, indicando la necesidad de tomar medidas correctivas para garantizar la calidad del agua potable, como investigar y abordar la fuente de la alta conductividad y aplicar métodos de desinfección adecuados para controlar la presencia de coliformes.

Gerónimo (2021), en su indagación “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA DEL AGUA EN EL MANANTIAL ALADINO VI MAÑAZO - PUNO 2021” cuyos resultados fueron lo siguientes: Sólidos Totales Disueltos (492 mg/L), Temperatura (17.02 °C), Potencial de hidrógeno (7.64 Unidades de pH), Conductividad Eléctrica (1304 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Demanda bioquímica de Oxígeno (4.9 mg/L), que al compararse con la Norma Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM (categoría 3) se consideran aptas, pues cumplen

los estándares de calidad ambiental para el agua. Por otra parte el parámetro de Oxígeno Disuelto (3.1 mg/L), excede significativamente con el límite que ayuda a determinar la buena calidad del agua. Los resultados que se obtuvieron no cumplen con todos los ECA, al momento de ser comparados con la normativa, determinando que el agua del manantial se considera de calidad media, pues el parámetro de Oxígeno Disuelto incumple con los ECA para agua (categoría 3) bebida de animales y riego de vegetales, D.T (115.1 a 387.1), NO_3 (8.5 a 13.1 mg/l), O.D - 6.2 a 9.0 miligramos por litro, Temperatura 5.6 - 8.2 grados centígrados, alcalinidad de agua 6.89 - 7.82, conductividad eléctrica igual a 233.7-782.0 mS/cm , sólidos disueltos totales (231.3 a 494.0 mg/l), SO_4 (67.9 a 92.1 mg/l), Cl^- (46.1 a 113.5 mg/l), Carbonatos (0.00 mg/l), Escherichia Coli (0.0 UFC/100 ml), Coliformes Termotolerantes (0.0 UFC/100ml)

Mamani (2022), evaluó los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales ubicados en Huayllani y Occororo Pujo, tomando como referencia los estándares de calidad ambiental del agua para considerarlas aptas consumo humano en la comunidad Añavile”, empleó cuatro puntos de monitoreo e hizo tres muestreos para los parámetros fisicoquímicos y una muestra para los microbiológicos por cada punto, todo ello durante el periodo de tres meses seguidas, los resultado promedio que se obtuvieron son: D.T (115.1 a 387.1), NO_3 (8.5 a 13.1 mg/l), O.D - 6.2 a 9.0 miligramos por litro, Temperatura 5.6 - 8.2 grados centígrados, alcalinidad de agua 6.89 - 7.82, conductividad eléctrica igual a 233.7-782.0 mS/cm , sólidos disueltos totales (231.3 a 494.0 mg/l), SO_4 (67.9 a 92.1 mg/l), Cl^- (46.1 a 113.5 mg/l), Carbonatos (0.00 mg/l), Escherichia Coli (0.0 UFC/100 ml), Coliformes Termotolerantes (0.0 UFC/100ml), indicando que las aguas correspondientes a los manantiales Huayllani y Occororo Pujo en sus cuatro puntos de monitoreo se hallan dentro los Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA).

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.
- Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.A.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL E HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. MARCO TEÓRICO

2.1.1. Calidad del agua

El agua sin duda fue esencial en el pasado para el progreso de las distintas culturas y naturalmente importante para la supervivencia siendo un insumo básico y considerándose como un elemento vital que era necesario resguardar. Hoy en la actualidad su importancia sigue perdurando contando con un papel crucial para el desarrollo de la sociedad (Ponce, 2015).

Desde muchos años atrás se pudo evidenciar la relación que tuvieron las antiguas civilizaciones con el agua, pues esta era esencial no solo en su consumo directo también en la agricultura y ganadería construyendo acueductos u otras formas para distribuir el agua a todas las personas. Hoy en día la zona urbana depende totalmente de tuberías para suministrar agua potable y asegurar la supervivencia y desarrollo del país (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

La cantidad de agua (71%) supera considerablemente a la cantidad de masa continental (29%), los cinco océanos forman gran parte de esta cantidad (95.5%), a la vez los glaciares (1,72%) y la cantidad restante es visible en ríos, lagos, lagunas, etc. (Auge, 2007). En la actualidad, la preocupante calidad del agua destinada al consumo humano constituye un problema persistente tanto en entornos urbanos como rurales. La falta de fuentes hídricas en lugares lejanos, el mantenimiento escaso y poco cuidado de las

plantas y depósitos de agua son las causas de distintas epidemias que brotan y perjudican la salud pública y provoca numerosas muertes (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

2.1.2. Parámetros microbiológicos del agua

El agua que no recibió un adecuado tratamiento puede generar graves enfermedades referidas al sistema digestivo e incluso al sistema inmunológico ocasionadas por el consumo indirecto de excrementos y/o desechos. Estas enfermedades alteran el organismo notablemente volviendo a la persona más vulnerable a otras infecciones (Dirección General de Salud Ambiental, 2010).

La Organización Mundial de la Salud indica que los organismos multicelulares como protozoarios y helmintos, gérmenes, microbios, etc. son de gran riesgo para la persona que consume agua de fuentes que no son correctamente tratadas (Gianoli et al., 2018). La conducción de agua potable juega un papel esencial para brindar a todas las personas un líquido libre de residuos, por ello su limpieza adecuada es necesaria. También la presión en el sistema debe ser la adecuada, uno de los métodos para desinfectar el agua de gérmenes es el cloro convirtiéndolo en método efectivo que de persistir, y por último el control efectivo de la calidad del agua, siempre constante y detalladamente (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

2.1.3. Parámetros físicos y químicos del agua

Se utilizan distintos métodos para evaluar la apariencia física y el aspecto químico (Surita, 2022), y así determinar la calidad del agua, para dar el conocimiento si el líquido puede ser consumido por el ser humano (Tarazona, 2022). La Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), supervisa que se cumplan las normativa DS N° 031-2010-SA (Cruz y Delgado, 2022) mediante el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano con ayuda de D.S N° 004-2017-MINAM (subcategoría 1) que supervisa si el estado ambiental cumple los requerido (Guevara y Zurita, 2021).

2.1.4. Manantiales

En el contexto rural prevalecen los manantiales como la formas más común de conseguir agua para la subsistencia. Estos surgen debido a la dimensión de la superficie (laderas o llanuras) y mediante ello emerge el agua subterránea (Rodríguez et al. , 2003). Los manantiales son la principal fuente de agua en las áreas rurales, principalmente porque, en muchos casos, solo se necesita desinfectar el agua para hacerla segura para el consumo humano. Esto reduce la necesidad de inversiones significativas en tratamientos más avanzados. Sin embargo, es crucial destacar que la falta de mantenimiento puede resultar en deficiencias en la calidad del agua proveniente de estos manantiales (Brousett et al., 2018).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

AGUA: Dentro de todos los compuestos químicos el agua es considerado el más común pero a la vez el más importante, porque forma parte integral de nuestra vida diaria (Monte Perez, 2016), el agua es fundamental para lograr establecer ciudades y realizar alguna actividad económica (Machacca, 2022), para asegurar la idoneidad del agua destinada al consumo humano, es necesario evaluar su calidad mediante la medición de parámetros microbiológicos, físicos y químicos, garantizando que estos valores se encuentren dentro de los límites permitidos. (Tarazona, 2022).

ARSÉNICO: El arsénico llega al agua principalmente mediante la disolución y materiales naturales de minerales (mena), aumentando tendencias de sufrir cáncer o padecer lesiones cutáneas. A excepción de la exposición ocupacional al arsénico, la vía principal de exposición es a través de la ingestión oral, derivada del consumo de alimentos y bebidas. El agua puede ser consumida con una tolerancia de 10 µg/L de arsénico (Organización mundial de la Salud, 2006).

CLORUROS: El cloruro se puede concentrar en índices muy altos debido a fuentes naturales o aguas residuales comúnmente. Concentraciones excesivas de cloruro pueden

acelerar la corrosión de los metales en los sistemas de distribución de agua, aunque esta velocidad puede variar según la alcalinidad del agua, lo que potencialmente resulta en un aumento de la preocupante acumulación de metal en el agua (Organización mundial de la Salud, 2006).

CIANURO: El agua contaminada por el cianuro se puede ver en gran cantidad en los países más desarrollados, pues debido a sus industrias mineras o fábricas (con excesiva producción de bienes materiales) el cianuro tiene la capacidad de llegar con total facilidad al agua que muchas veces terminan consumiendo las personas causando intoxicación. (Organización mundial de la Salud, 2006).

COLIFORMES TOTALES: Se trata de un parámetro bacteriológico diverso donde se incluyen los estudios de calidad del agua. Dichas bacterias son heterogéneas y se encuentran en todo el ambiente (plantas u otros), excremento humano, el agua superficial o el suelo. Además, algunas variantes animales, aunque raramente presentes en heces, pueden proliferar. También se observa la presencia ocasional de microorganismos, como *Serratia fonticola*, *Rahnella aquetilis* y *Buttiauxella agrestis*, que rara vez pueden multiplicarse en grandes cantidades en el agua potable en general. (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018)

CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA: El agua en su estado puro actúa como un aislante eléctrico, pero cuando contiene sustancias disueltas, facilita la conducción de un impulso eléctrico. Este límite se determina mediante estimaciones in situ, y no está completamente definido por mediciones conductimétricas catódicas o electrostáticas multiparamétricas. Los resultados se expresan comúnmente en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). (Londoño, 2007).

DUREZA TOTAL: Se trata de un parámetro físico-químico conocido como dureza del agua, que representa la suma de los iones de calcio y magnesio. Debido a la interacción de cargas positivas que atraen a las negativas, los iones se concentran en el agua en

altas cantidades resultando peligroso para la vida humana en caso de ser consumida. La dureza del agua se relaciona con la cantidad de minerales que alberga y la acumulación de hidróxido en las tuberías dañando los sistemas de filtración (Londoño, 2007).

ESCHERICHIA COLI: Se trata de un parámetro bacteriológico crucial en la evaluación de la calidad del agua, siendo utilizado como un indicador eficaz de contaminación, especialmente proveniente de heces humanas. La Escherichia coli, parte de la microbiota intestinal, se determina en laboratorio mediante análisis microbiológicos. Las aguas que tienen materia orgánica (también vegetal) en cantidad o provenientes de suelo en descomposición, son hogar común de los coliformes (en especial de los termotolerantes) (Gianoli et al., 2018).

MERCURIO:

Los alimentos representan la principal fuente de exposición al mercurio para las personas. Además de las exposiciones laborales, la ingesta alimentaria promedio de mercurio varía entre dos y veinte microgramos por día por persona en diferentes países (Organización mundial de la Salud, 2006).

NITRATOS: Se refiere a un parámetro de la calidad del agua que, en niveles elevados, indica la eutrofización de cuerpos hídricos. La concentración elevada y el consumo excesivo de este componente pueden ser la causa del desarrollo de metahemoglobinemia en bebés. Se puede concluir que los nitratos en sí son benignos para la salud del ser humano, pero al convertirse en nitritos es totalmente lo contrario ya que en este estado es capaz de causar enfermedades o infecciones muy peligrosas (Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, 2018).

OXÍGENO DISUELTO: Considerado el indicador más significativo, el oxígeno gaseoso se descompone en el agua mediante diversos procesos, como la difusión entre el aire y el agua, la oxigenación causada por el movimiento del agua sobre rocas y otros materiales

flotantes. La medición de este parámetro se realiza in situ para evaluar la calidad del agua en tiempo real (Sensores e instrumentación Guemisa S.L, 2007).

POTENCIAL DE HIDROGENIONES: El pH se encarga de medir la solubilidad del agua, entre otras características mediante la medición de los iones de hidrógeno, que mediante pruebas en laboratorio puede determinar la acidez del agua. La evaluación de pH puede realizarse mediante diversas técnicas, incluyendo el uso de un electrómetro de electrodo selectivo, también conocido como medidor de pH. En este método, las muestras se colocan en viales de polietileno o vidrio de borosilicato y se refrigeran durante menos de 24 horas para obtener valores de pH en el rango de 1 a 14. Esta medición es comúnmente realizada en el campo para evaluar la calidad del agua en tiempo real (Londoño, 2007).

SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS: Conocido con sus iniciales SDT, mide la calidad del agua, enfocándose en la filtración de materia, ya sea orgánica o inorgánica, y también sales (Mg, Ca, Na, etc.). Suelen encontrarse en vertederos de industrias, pues la materia disuelta por empresas grandes se encuentra en gran cantidad en el agua. Gracias a los STD podemos evaluar la parte química del agua, verificando su calidad (OMS, 2006).

SULFATOS: Es un medidor de calidad del agua. Los sulfatos se encuentran extendidos en toda la naturaleza y por ellos, sus altas concentraciones se originan de fuentes naturales hasta llegar a las aguas subterráneas. Al ser consumido en gran cantidad puede causar deshidratación y problemas gastrointestinales, debido a su alta toxicidad. Sin embargo esto ocurre de manera muy frecuente en zonas alejadas donde el consumo indirecto mediante el agua sobrepasa los 500 mg (Organización mundial de la Salud, 2006).

2.3. MARCO NORMATIVO.

- **ESTÁNDARES DE CALIDAD DE AGUA (ECA):** La calidad ambiental del agua, tiene normativas (Decreto Supremo N°004-2017-MINAM) e impone límites que se deben

considerar para determinar si el líquido puede ser consumido por el ser humano sin perjudicarlo. Esto se demuestra mediante el Artículo 3 donde se hallan las categorías de estándares de calidad del medio ambiente del agua. Para la correcta aplicación de los ECA para Agua se debe tomar en cuenta precisiones de acuerdo a sus categorías: (ANEXO 01).

- **DIGESA (Ministerio de salud):** se encuentra el reglamento preciso(DS N° 031-2010-SA) que determina la calidad del agua para consumo humano. (ANEXO 02).
- La ley número 28611, se considera como la ley general del ambiente (fecha:2005/10/15)
- La ley número 29338, está encargada de los Recursos Hídricos (fecha:2009/30/03) acompañado del D.S. número 01-2010-AG, ya aprobado junto a su reglamento aprobado el 23 de marzo del 2001.
- D.S. N° 006-2010-AG (08/07/2010), Reglamento De Organización y Funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Por último, el D.S. número 023 - 2009 (Ministerio del Ambiente) del 19 de diciembre del 2009, además de su disposición para incorporar los ECA para el Agua destinada al consumo humano.

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis general

La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no son aptas para el consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023.

2.4.2. Hipótesis específicas

- La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA

- La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ZONA DE ESTUDIO

La zona de investigación se ubicó en el distrito de Macusani, provincia de Carabaya en el departamento de Puno. Ubicado en el altiplano a una altura de 3 315 msnm.

PUNTOS DE MONITOREO:

Tabla 01: Coordenadas de los puntos de monitoreo

| PUNTO DE MUESTREO | UBICACIÓN | ALTURA (msnm) |
|-------------------|--------------------------|------------------|
| ● Chichicapac | 19L UTM 0413216; 8245356 | 3819 |
| ● Jatun Pinaya | 19L UTM 0411019; 8236921 | 3830 |



Figura 01: Ubicación de la zona de Estudio.

Fuente: Google EARTH

3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

3.2.1. Población

La población de la investigación es el agua como principal agente de estudio, el agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya.

3.2.3. Muestra

Para realizar esta investigación, se ha utilizado una muestra simple o puntual, ésto debe entenderse como una porción de agua en un punto determinado por lo tanto un análisis

individual (protocolo de monitoreo de aguas). En la zona de estudio se han tomado 2 muestras por cada punto de evaluación.

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS

- Metodología para el análisis de parámetros fisicoquímicos:** Las muestra a ser analizadas se recopilaron en un recipiente de volumen por lo menos 1000 ml (1 litro), esto muy independientemente del lugar de origen del agua, antes de tomar la muestra, el recipiente se ha lavado 3 veces con el agua que se ha tomado de la muestra. Las muestras se tomaron en botellas esterilizadas con agua destilada y se guardaron en cooler, posteriormente se trasladaron al laboratorio en 24 horas aproximadamente. Las muestras tomadas han sido analizadas en el laboratorio de aguas y suelos de la facultad de Ciencias Agrarias de la UNA -Puno.

Tabla 02: Metodología de los parámetros físicos y químicos

| PARÁMETROS A EVALUAR | EVALUACIÓN | METODOLOGÍA |
|-------------------------|----------------|--|
| pH | In situ | Multiparametro |
| C.E. | In situ | Multiparametro |
| Temperatura | In situ | Multiparametro |
| STD | En laboratorio | Multiparametro |
| Nitratos | En laboratorio | Instrumentos propios |
| DBO | En laboratorio | Realización después de 5 días. |
| DQO | En laboratorio | Análisis químico de reflujo cerrado |
| Cloruros | En laboratorio | Mediante AgNO ₃ |
| Arsénico | En laboratorio | EPA 200.7 |
| Cianuro | En laboratorio | Mediante destilación. |

Mercurio

En laboratorio

EPA 200.7

- **Metodología para el análisis microbiológico:** Se utilizaron recipientes de plástico de volumen de 250 a 300 mililitros, desinfectando adecuadamente la tapa hermética. Las muestras tomadas fueron 2 en total, las muestras tomadas han sido llevadas al laboratorio de aguas y suelos de la facultad de Ciencias Agrarias de la UNA -Puno.
- Las muestras fueron refrigeradas y almacenadas con sumo cuidado hasta su entrega al laboratorio, debido a que las temperaturas por encima de los 6°C, así como la luz podría provocar la difusión de microorganismos dentro de cada frasco.

Tabla 03: Metodología de los parámetros microbiológicos

| PARÁMETROS | EVALUACIÓN | MÉTODO |
|---------------------------|-------------|------------------------------------|
| Escherichia coli. | Laboratorio | Método del sustrato cromogénico |
| Coliformes Totales | Laboratorio | Método de los tubos múltiples (TM) |

3.4. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADORES |
|--|---|---|
| Vi. Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos | Parámetros microbiológicos Parámetros físicoquímicos | -Escherichia Coli -Coliformes Totales - pH - CE - Temperatura - STD - OD - Nitratos - Sulfatos - Cloruros - Carbonatos - Dureza Total -Arsénico -Cianuro -Mercurio |
| Vd. Calidad del agua | Cumplimiento de los LMP | Valor |

3.5. MÉTODO O DISEÑO ESTADÍSTICO

Por las características de los datos obtenidos y el propósito de la investigación, se hizo un análisis estadístico descriptivo analítico, con todas las muestras obtenidas de cada uno de los parámetros tanto a nivel físico químico y microbiológico, éstos valores se han comparado directamente con los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA, estableciéndose un rango para ver si los parámetros están dentro de los límites establecidos.

CAPÍTULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. RESULTADOS RESPECTO A LA VARIABLE INDEPENDIENTE

4.1.1. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Jatun Pinaya.

Tabla 04: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Jatun Pinaya.

| Parámetros | Unidad | Muestra del | Muestra del | Análisis |
|--|--------|--------------------------|--------------------------|------------|
| | | 22/11/2023 (Anexo 01) | 18/12/2023 (Anexo 02) | |
| Físicos | | | | |
| pH | unidad | 6.92 | 6.78 | Desciende |
| C.E. | mS/cm | 0.46 | 0.46 | Mantiene |
| Temperatura | °C | 15.10 | 14.97 | Desciende |
| Sólidos Disueltos totales | g/l | 0.23 | 0.23 | Mantiene |
| Químicos | | | | |
| Dureza total (como CaCO ₃) | mg/l | 501.40 | 498.00 | Desciende |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | mg/l | 196.69 | 190.10 | Desciende |
| Cloruros (como Cl ⁻) | mg/l | 8.51 | 8.80 | Incrementa |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) | mg/l | 39.00 | 42.00 | Incrementa |

| | | | | |
|---|------|-------|-------|-----------|
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | mg/l | 0.02 | 0.01 | Desciende |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | mg/l | 34.96 | 39.20 | Desciende |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | mg/l | 64.19 | 59.30 | Desciende |

Microbiológicas

| | | | | |
|----------------------------|-----------|-----|-----|-----------|
| Coliformes Totales | NMP/100ml | 9.2 | 6.2 | Desciende |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100ml | 3.0 | 3.0 | Mantiene |

De los resultados observados en la tabla 04, que de los 13 parámetros analizados 8 muestran un descenso, 3 se mantienen y 2 se incrementan, por lo que podríamos concluir que los resultados muestran en su mayoría un descenso en el valor de sus parámetros.

Discusión de los resultados:

Debemos mencionar los resultados obtenidos de Mamani (2022), quien al igual que nuestra investigación ha utilizado un periodo de tiempo de análisis de la calidad del agua, específicamente 3 meses, de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo en Cabana en el distrito de Juliaca donde ha encontrado valores que son muy diferentes al hallado en la presente investigación, es así en la presente investigación a nivel de parámetros microbiológicos en Coliformes Termotolerantes nosotros tenemos un valor de 3 NMP/100ml y Mamani ha hallado valores iguales a 0 NMP/100 ml así mismo para Escherichia Coli un valor de 0.0 UFC/100 ml, lo cual nos hace suponer que nuestros valores a nivel de parámetros microbiológicos son superiores.

4.1.2. Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Chichicapac.

Tabla 05: Análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de la captación de Chichicapac.

| Parámetros | Unidad | Muestra del 22/11/2023 (Anexo 03) | Muestra del 18/12/2023 (Anexo 04) | Análisis |
|---|--------------------|---|---|------------|
| Físicos | | | | |
| pH | unidad | 6.85 | 7.08 | Incrementa |
| C.E. | mS/cm | 0.28 | 0.29 | Incrementa |
| Temperatura | °C | 14.92 | 15.00 | Incrementa |
| Sólidos Disueltos totales | g/l | 0.14 | 0.15 | Incrementa |
| Químicos | | | | |
| Dureza total (como CaCO ₃) | mg/l | 349.00 | 353.69 | Incrementa |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | mg/l | 192.01 | 196.60 | Incrementa |
| Cloruros (como Cl ⁻) | mg/l | 7.20 | 8.51 | Incrementa |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻) | mg/l | 69.00 | 65.00 | Desciende |
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | mg/l | 0.01 | 0.01 | Mantiene |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | mg/l | 58.02 | 34.96 | Desciende |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | mg/l | 48.06 | 64.19 | Incrementa |
| Microbiológicas | | | | |
| Coliformes Totales | NMP/100m | <3 | <3 | Mantiene |
| Coliformes Termotolerantes | l NMP/100m l | <3 | <3 | Mantiene |

De los resultados observados en la tabla 05, que de los 13 parámetros analizados 8 muestran un ascenso, 3 se mantienen y 2 descienden, por lo que podríamos concluir que los resultados muestran en su mayoría un ascenso en el valor de sus parámetros.

Discusión de los resultados:

Debemos mencionar que en las investigaciones de Huaccha y Villena (2021), a nivel de parámetros físico químicos ha obtenido valores elevados respecto al pH, pues ha hallado un valor de 7.56, más elevado que nuestros resultados, para la Conductividad Eléctrica 514,70 uS/cmm, sólidos disueltos totales: 276 mg/L y la dureza total: 29393 mg/L, valores que llaman la atención, pues en comparación a 0.28, 0.14 y 349 respectivamente, son valores casi insignificantes, pues llama la atención que éstos valores sean muy elevados en los manantiales del Caserío Agua Blanca, perteneciente al distrito de Sorochuco, Provincia de Celendín en el departamento de Cajamarca.

4.2. RESULTADOS RESPECTO A LA VARIABLE DEPENDIENTE

4.2.1. Análisis de la calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya.

Tabla 06: Calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya.

| Parámetros | Muestra del 22/11/2023 (Anexo 03) | Muestra del 18/12/2023 (Anexo 04) | LMP | Calidad de acuerdo a los LMP |
|---|---|---|-----------|------------------------------------|
| Físicos | | | | |
| pH | 6.92 | 6.78 | 6.5 - 8.5 | CUMPLE |
| C.E. | 0.46 | 0.46 | 1500 | CUMPLE |
| Temperatura | 15.10 | 14.97 | | ND |
| Sólidos Disueltos totales | 0.23 | 0.23 | 1000 | CUMPLE |
| Químicos | | | | |
| Dureza total (como CaCO ₃) | 501.40 | 498.00 | 500 | CUMPLE |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | 196.69 | 190.10 | | ND |
| Cloruros (como Cl ⁻) | 8.51 | 8.80 | 250 | CUMPLE |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁼) | 39.00 | 42.00 | 250 | CUMPLE |
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | 0.02 | 0.01 | 50 | CUMPLE |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | 34.96 | 39.20 | | ND |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | 64.19 | 59.30 | | ND |
| Microbiológicas | | | | |
| Coliformes Totales | 9.2 | 6.2 | <1.8 | NO CUMPLE |
| Coliformes Termotolerantes | 3.0 | 3.0 | <1.8 | NO CUMPLE |

ND = No determinado en la norma.

De acuerdo a los resultados de la tabla 06, sobre los análisis de los valores de los parámetros comparados con el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano establecido en el D.S. 031-2010-SA, se observa que el agua de la captación Jatun Pinaya cumple con los límites máximos permisibles para todos los parámetros físico químicos, sin embargo no cumple con ninguno de los parámetros microbiológicos.

Discusión de los resultados:

Antes de iniciar con la discusión de resultados debemos de mencionar que ésta captación se encuentra muy cerca de las viviendas y zonas donde se alimenta el ganado y se hace agricultura, pues si bien a nivel de parámetros físico químicos los resultados que se han obtenido indican una buena calidad del agua, a nivel de parámetros microbiológicos no cumple con la normatividad vigentes, pues Hurtado (2021) en su trabajo en las captaciones "Quillazú I Sector", Captación "Quillazú (Progreso 01)" y Captación "Quillazú (Progreso 02)" ha encontrado resultados iguales al nuestro, es decir cumplen en cuanto a parámetros físico químicos pero no los microbiológicos, en contraste Sandoval (2019) respecto a la calidad de agua de pozos en el centro poblado de Moro, Paucarcolla durante año 2019 a nivel microbiológico hace notar que los coliformes termotolerantes estuvieron ausentes en las cinco muestras, por lo que es de resaltar la calidad de éstas aguas a nivel de éstos parámetros.

4.2.2. Análisis de la calidad del agua de la captación de Chichicapac.

Tabla 07: Calidad del agua de la captación de Chichicapac.

| Parámetros | Muestra del 22/11/2023 (Anexo 03) | Muestra del 18/12/2023 (Anexo 04) | LMP | Calidad de acuerdo a los LMP |
|--|--|--|------------|---|
| Físicos | | | | |
| pH | 6.85 | 7.08 | 6.5 - 8.5 | CUMPLE |
| C.E. | 0.28 | 0.29 | 1500 | CUMPLE |
| Temperatura | 14.92 | 15.00 | | ND |
| Sólidos Disueltos totales | 0.14 | 0.15 | 1000 | CUMPLE |
| Químicos | | | | |
| Dureza total (como CaCO ₃) | 349.00 | 353.69 | 500 | CUMPLE |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | 192.01 | 196.60 | | ND |
| Cloruros (como Cl ⁻) | 7.20 | 8.51 | 250 | CUMPLE |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) | 69.00 | 65.00 | 250 | CUMPLE |
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | 0.01 | 0.01 | 50 | CUMPLE |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | 58.02 | 34.96 | | ND |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | 48.06 | 64.19 | | ND |
| Microbiológicas | | | | |
| Coliformes Totales | <3 | <3 | <1.8 | NO CUMPLE |
| Coliformes Termotolerantes | <3 | <3 | <1.8 | NO CUMPLE |

ND = No determinado en la norma.

De acuerdo a los resultados de la tabla 07, sobre los análisis de los valores de los parámetros comparados con el Reglamento de la Calidad del Agua para consumo

humano establecido en el D.S. 031-2010-SA, se observa que el agua de la captación Chichicapac cumple con los límites máximos permisibles para todos los parámetros físico químicos, sin embargo no cumple con ninguno de los parámetros microbiológicos.

Discusión de los resultados:

Respecto a los resultados de la presente investigación debemos de hacer un contraste con nuestros mismos resultados pero a nivel de los dos captaciones estudiadas, pues en la captación de Jatun Pinaya los valores de los parámetros microbiológicos son menores a los de Chichicapac, ésto se explica por qué la captación de Chichicapac se encuentra a más altitud y más alejado de la zona donde se realiza cultivo de papa y cebada y casi no existe la presencia de ganados, sin embargo respecto a los resultados de Gerónimo (2021) en el manantial Aladino en Mañazo ha encontrado un valor de 0.00 para Escherichia Coli y Coliformes Termotolerantes, demostrando que las características del agua que ha analizado es de muy buena calidad.

4.3. COMPARACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA DE LAS CAPTACIONES DE JATUN PINAYA Y CHICHICAPAC DEL DISTRITO DE MACUSANI EN CARABAYA.

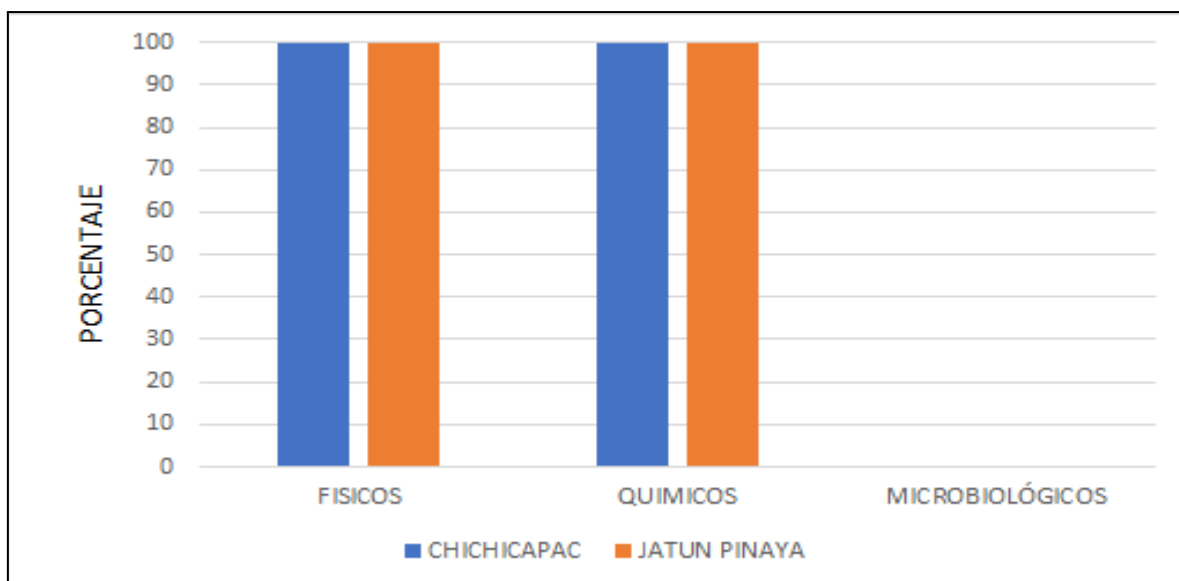


Figura 02. Porcentaje de cumplimiento de los parámetros: físicos, químicos y microbiológicos en las captaciones de Jatun Pinaya y Chichicapac.

Se puede concluir a partir de la figura 02, que la calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya en el año 2023, si cumplen con los límites máximos permisibles pero solo en el caso de los parámetros físicos (pH, conductividad eléctrica, Temperatura, sólidos disueltos totales) y químicos (dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, Calcio, Magnesio), sin embargo no se cumple con los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes), por lo que el agua no se considera apta para consumo humano.

Discusión de los resultados.

Para iniciar ésta discusión, debemos mencionar que los resultados de nuestra investigación se aprecia que sí se cumple con los parámetros físico químicos, pero nivel de parámetros microbiológicos no sucede así, sin embargo no podemos decir que el agua es de muy mala calidad, por que los valores de los parámetros microbiológicos no son tan

elevados como en el caso de Sandoval (2019) donde ha analizado la calidad de agua de un pozo en el distrito de Paucarcolla en la provincia de Puno, cuyo valores han alcanzado para el caso de coliformes totales igual a 109.60 UFC/100 ml valor que en nuestra investigación es menor a 3 UFC/100 ml.

4.4. PROCESO DE LA PRUEBA DE HIPÓTESIS.

4.4.1. Comprobación de la Hipótesis General.

Dada la afirmación: La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no son aptas para el consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023.

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no son aptas para el consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023..

La Hipótesis Alterna:

H_1 = La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya si son aptas para el consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023.;

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 06: Calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya y de la tabla 07: Calidad del agua de la captación de Chichicapac, se concluye que no se cumple con los parámetros establecidos en la norma, en consecuencia **se acepta la hipótesis nula H_0** y se rechaza la hipótesis alterna H_1 .

4.4.2. Comprobación de la primera hipótesis específica.

Dada la afirmación: La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad

para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA

La Hipótesis Alternativa:

H_1 = La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya si cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 06: Calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya y de la tabla 07: Calidad del agua de la captación de Chichicapac, se concluye que no se cumple con los parámetros establecidos en la norma, en consecuencia **se acepta la hipótesis nula H_0** y se rechaza la hipótesis alternativa H_1 .

4.4.3. Comprobación de la segunda hipótesis específica.

Dada la afirmación: La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA

Planteamos la Hipótesis Nula:

H_0 = La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA

La Hipótesis Alternativa:

H_1 = La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 06: Calidad del agua de la captación de Jatun Pinaya y de la tabla 07: Calidad del agua de la captación de Chichicapac, se concluye que no se cumple con los parámetros establecidos en la norma, en consecuencia **se acepta la hipótesis nula H_0** y se rechaza la hipótesis alterna H_1 .

CONCLUSIONES

PRIMERA: La calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya en el año 2023, si cumplen con los límites máximos permisibles pero solo en el caso de los parámetros físicos (pH, conductividad eléctrica, Temperatura, sólidos disueltos totales) y químicos (dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, nitratos, Calcio, Magnesio), sin embargo no se cumple con los parámetros microbiológicos (coliformes totales, coliformes termotolerantes), por lo que el agua no se considera apta para consumo humano.

SEGUNDA: La concentración de los parámetros fisicoquímicos de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya, en los periodos de muestreo del 22/11/2023 y del 18/12/2023, han mostrado el siguiente comportamiento: en la captación de Chichicapac los parámetros pH, conductividad eléctrica, temperatura, sólidos disueltos totales, dureza total, alcalinidad, cloruros y magnesio se han incrementado, mientras que en el caso de Jatun Pinaya sólo se han incrementado los parámetros cloruros y sulfatos; por lo que se puede afirmar que en el caso de Jatun Pinaya se han incrementado los valores y para el caso de Chichicapac han descendido.

TERCERA: La concentración de los parámetros microbiológicos de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya, en los periodos de muestreo del 22/11/2023 y del 18/12/2023, han mostrado el siguiente comportamiento: en la captación de Chichicapac los parámetros coliformes totales y coliformes termotolerantes no han cambiado, mientras que en el caso de Jatun Pinaya el parámetros coliformes totales ha descendido y el coliformes termotolerantes no ha cambiado su valor; por lo que se puede afirmar que en ambas captaciones los parámetros microbiológicos no se han incrementado.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda a los directivos de las comunidades de Jatun Pinaya y Chichicapac, para que puedan considerar los resultados de la presente investigación, con el objetivo de plantear un plan que permita contemplar la implementación del tratamiento y/o desinfección (dosificación de cloro adecuada) del agua que consumen los pobladores.
- Se recomienda a las autoridades regionales elaborar proyectos de inversión de “mejoramiento y ampliación de los servicios de saneamiento”, contemplando las comunidades de Jatun Pinaya y Chichicapac pues de esa manera mejorar el sistema de abastecimiento de agua que no tienen ningún tipo de tratamiento previo de agua destinada para consumo humano.
- A los comuneros de las comunidades de Jatun Pinaya y Chichicapac, para que puedan generar el hábito de consumir agua hervida y de esa manera prevenir de alguna forma infecciones o enfermedades..

BIBLIOGRAFÍA

- Albornoz Hilario, L. E. (2019). *Comparación de los parámetros físicos – químicos y biológicos de los tres manantiales de Inca Jircan en el Centro Poblado de Huacarcocha, distrito de Rondos provincia de Lauricocha – Huánuco, marzo - mayo del 2019*. Universidad De Huanuco, Huanuco.
- Almazan Juarez, M. T., Carreto Perez, B. E., Hernandez Castro, E., y Damian Nava, A. (2016). *Calidad y clasificación de usos del agua en la cuenca baja del río Papagayo, Guerrero, México. Ecosistemas y recursos agropecuarios*, 3(9), 293-305.
- Auge, M. (2007). *AGUA FUENTE DE VIDA*. Recuperado de <http://tierra.rediris.es/hidrored/ebooks/miguel/AguaFuenteVida.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua, A. (2014). *DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL PERÚ 2000-2012*. Recuperado de <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/212/ANA0000028.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Brousett-Minaya, M., Rodríguez, A. C., Turpo, M. M., Atamari, L. A., y Laura, E. L. (2018). *Evaluación Físico-Química y Microbiológica de Agua para Consumo Humano Puno – Perú*. 15(47-46), 22.
- Cordova Rumay, O. M., y Muñoz Terrones, M. D. L. S. (2021). *“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICO EN LOS MANANTIALES DE PAUCO 1 Y 2, CELENDÍN 2020”*. Universidad Privada Del Norte, Cajamarca.
- Corrales Ramírez, L. C., Santamaria Mosquera, Y. N., Luccioli Peña, D. A., y Castañeda Casas, M. A. (2021). *Evaluación de la calidad del agua de la vereda Río Suárez de Puente Nacional, Santander. Nova*, 19(37), 79-98. <https://doi.org/10.22490/24629448.5497>
- Cortez Lazaro, A., Cruz Ventura, A., Hernandez Amasifuen, A., y Romero Bosseta, J. L.

- (2018). *Análisis de la contaminación microbiológica (coliformes totales y fecales) en el río Huaura – 2018*. 17-20.
- Cruz, G., y Delgado, E. (2022). *Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua de consumo de la comunidad de Mollehuaca- Distrito Huanuhuanu Provincia de Caraveli- Arequipa, Febrero—Abril 2022* (PhD Thesis).
- Dirección General de Salud Ambiental, D. *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. , Pub. L. No. DS N° 031-2010-SA., 45 (2010).
- Gerónimo Mamani, W. (2021). *Determinación de calidad fisicoquímica del agua en el manantial Aladino vi Mañazo – Puno 2020*. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./343>
- Gianoli, A., Hung, A., y Shiva, C. (2018). *Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores fisicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de Sechura-Piura 2016-2017*. INVESTIGACIÓN ORIGINAL / ORIGINAL RESEARCH, 2(3460), 10.
- Guevara, O., y Zurita, I. (2021). *Evaluación de la Calidad del Agua para consumo humano del caserío La Huaca-Jaén-Cajamarca-2019* (PhD Thesis).
- Huaccha Sanchez, J. S., y Villena Lozano, M. P. (2021). “*EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DEL MANANTIAL NE-02 PARA SU CONSUMO HUMANO DEL CASERÍO AGUA BLANCA, DISTRITO DE SOROCHUCO, CAJAMARCA - 2019.*” Universidad Privada Del Norte, Cajamarca.
- Hurtado Arrieta, H. J. (2021). *Evaluación de parámetros físico – químico y microbiológico para determinar la categoría de sus aguas – C.P. Quillazu – Oxapampa – 2016*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Cerro de Pasco.
- Li, Y., Ji, L., Mi, W., Xie, S. y Bi, Y. (2021). Health risks from groundwater arsenic on residents in northern China coal-rich region. *Science of The Total Environment*,

773, 1-9.

Londoño Gaitan, O. P. (2007). *CARACTERIZACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y FÍSICOQUÍMICOS DEL SISTEMA PARA PRODUCIR AGUA DESIONIZADA TIPO II, EN UNA INDUSTRIA COSMÉTICA*. Universidad Militar Nueva Granada.

Machacca, R. (2022). *Evaluación de la Concentración de metales pesados en los efluentes líquidos residuales en la bahía interior del Lago Titicaca de la Ciudad de Puno*.

Machado, I., Bühl, V. y Mañay, N. (2019). *Total arsenic and inorganic arsenic speciation in groundwater intended for human consumption in Uruguay: Correlation with fluoride, iron, manganese and sulfate*. Science of The Total Environment, 681, 497-502.

Mamani Cajia, R. (2022). *Evaluación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas de los manantiales Huayllani y Occororo Pujo para consumo humano en la Comunidad Añavile Distrito Cabana-San Roman-Puno-2021*. Universidad Privada San Carlos.
<http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./236>

Monte Perez, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico: Entendiendo el efecto del dióxido de carbono en la acidificación de los océanos*. Oficina de Enlace de Comunicación Social de la sems.

ONU. (2019). *Informe Mundial de Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. UN. <https://doi.org/10.18356/e96937a1-es>

Organización de las Naciones Unidas, O. (2010). *El derecho humano al agua y al saneamiento*.

Organización mundial de la Salud, O. (2006). *Guías para la calidad del agua potable PRIMER APÉNDICE A LA TERCERA EDICIÓN Volumen 1 Recomendaciones*

Organización Mundial de la Salud (Tercera, Vol. 1). Geneva: WHO Suiza: Ediciones de la OMS,.

Organización mundial de la Salud, O. (2018). *cuarta edición que incorpora la primera adenda [Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating first addendum]*. (Cuarta Edición). Ginebra. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?ua=1>

Ponce Vega, L. A. (2015). *PUQUIOS, QANATS Y MANANTIALES: GESTIÓN DEL AGUA EN EL PERÚ ANTIGUO PUQUIOS, QANATS AND SPRINGS: WATER MANAGENT IN ANCIENT PERÚ*. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú., 12(3), 279-296..

Rodriguez Garcia, R., Martinez Muñoz, C., y Hernandez Vizacino, D. (2003). *CALIDAD DEL AGUA DE FUENTES DE MANANTIAL EN LA ZONA BÁSICA DE SALUD DE SIGÜENZA*. *Rev Esp Salud Pública*, 77(3), 423-432.

Sandoval Condori, E. (2021). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano en pozos tubulares del centro poblado de Moro Paucarcolla, Puno 2019*. Universidad Privada San Carlos. <http://repositorio.upsc.edu.pe/handle/UPSC%20S.A.C./243>

Sensores E instrumentación Guemisa S.L. (2007). *Oxígeno Disuelto*. Madrid.

Superintendencia Nacional De Servicios De Saneamiento, S. (2018). *La calidad del agua potable en el Perú*. Publicación oficial.

Solgi, E. y Jalili, M. (2021). *Zoning and human health risk assessment of arsenic and nitrate contamination in groundwater of agricultural areas of the twenty two village with geostatistics (Case study: Chahardoli Plain of Qorveh, Kurdistan Province, Iran)*. *Agricultural Water Management*, 255, 1-11.

Surita, N. (2022). *Diseño y caracterización del proceso de una planta de tratamiento de*

agua para consumo humano en el distrito Sondorillo, provincia Huancabamba, Departamento Piura. 1-110.

Tarazona, Y. (2022). *Calidad del agua para consumo humano y su relación con enfermedades gastrointestinales en niños menores de 5 años en el Distrito de San Nicolás- Carlos Fermín Fitzcarrald, 2021. Ciencia e Investigación, 4(1), 78-79.*

UNESCO. (2022). *AGUAS SUBTERRÁNEAS Hacer visible el recurso invisible (p. 12) [Informe Ejecutivo]. Italia: UNESCO.*

ANEXOS

Anexo 01: Análisis de Laboratorio del agua de Jatun Pinaya, para la muestra del 22/11/2023.



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA MANANTIAL
PUNTO 01 JATUN PINAYA.

PROCEDENCIA : COMUNIDAD JATUN PINAYA – DISTRITO MACUSANI
– PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.

INTERESADA : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS

MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA.

FECHA DE MUESTREO : 22/11/2023 (Por la Interesada).

FECHA DE ANÁLISIS : 23/11/2023

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

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

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| pH | | 6.92 |
| C.E. | mS/cm | 0.46 |
| Temperatura | °C | 15.10 |
| Sólidos Disueltos totales | g/l | 0.23 |

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

| | | |
|--|------|--------|
| Dureza total (como CaCO ₃) | mg/l | 501.40 |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | mg/l | 196.69 |
| Cloruros (como Cl ⁻) | mg/l | 8.51 |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) | mg/l | 39.00 |
| Nitratos (como NO ₃) | mg/l | 0.02 |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | mg/l | 34.96 |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | mg/l | 64.19 |

DICTAMEN:

La muestra analizada es en base líquido los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO – PUNO



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

PROYECTO : CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023
PROCEDENCIA : COMUNIDAD JATUN PINAYA – DISTRITO MACUSANI
 – PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.
INTERESADA : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA (muestreado por la Interesada).
FECHA DE MUESTREO : 23/11/2023
FECHA DE ANÁLISIS : 23/11/2023

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO:

| PUNTO DE MUESTREO | UNIDAD | RESULTADOS | |
|----------------------|-----------|--------------------|----------------------------|
| | | Coliformes Totales | Coliformes Termotolerantes |
| M1-AGUA-JATUN PINAYA | NMP/100ml | 9.2 | 3.0 |
| M1-AGUA-JATUN PINAYA | NMP/100ml | 9.3 | 3.6 |

INTERPRETACION:

El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



Perú, Provincia de Carabayo, Calle 400 00203
 ANEXO A LA CARTILLA DE ORDEN DE ANÁLISIS
 PLANTAS AGRICOLAS DE ALIMENTOS PERU LÍQUIDOS

Anexo 02: Análisis de Laboratorio del agua de Jatun Pinaya, para la muestra del 18/12/2023.



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA MANANTIAL
PUNTO 01 JATUN PINAYA.

PROCEDENCIA : COMUNIDAD JATUN PINAYA – DISTRITO MACUSANI
– PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.

INTERESADA : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA.

FECHA DE MUESTREO : 18/12/2023 (Por la Interesada).

FECHA DE ANÁLISIS : 19/12/2023

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

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

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| pH | | 6.78 |
| C.E. | mS/cm | 0.46 |
| Temperatura | °C | 14.97 |
| Sólidos Disueltos totales | g/l | 0.23 |

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

| | | |
|--|------|--------|
| Dureza total (como CaCO ₃) | mg/l | 498.00 |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | mg/l | 190.10 |
| Cloruros (como Cl ⁻) | mg/l | 8.80 |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) | mg/l | 42.00 |
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | mg/l | 0.01 |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | mg/l | 39.20 |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | mg/l | 59.30 |

DICTAMEN:

La muestra analizada es en base líquido los resultados serán interpretados en el área correspondiente.





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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

PROYECTO : CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023
PROCEDENCIA : COMUNIDAD JATUN PINAYA – DISTRITO MACUSANI
 – PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.
INTERESADA : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA (muestreo or la Interesada).
FECHA DE MUESTREO : 19/12/2023
FECHA DE ANÁLISIS : 19/12/2023

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO:

| PUNTO DE MUESTREO | UNIDAD | RESULTADOS | |
|----------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------------|
| | | <i>Coliformes Totales</i> | <i>Coliformes Termotolerantes</i> |
| M1-AGUA-JATUN PINAYA | NMP/100ml | 6.2 | <3.0 |
| M1-AGUA-JATUN PINAYA | NMP/100ml | 9.1 | 3.0 |

INTERPRETACION:

El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



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

Anexo 03: Análisis de Laboratorio del agua de Chichicapac, para la muestra del
22/11/2023



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA MANANTIAL
PUNTO 02 CHICHICAPAC.

PROCEDENCIA : ANEXO CCALUYO – DISTRITO MACUSANI
– PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.

INTERESADA : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA.

FECHA DE MUESTREO : 22/11/2023 (Por la Interesada).

FECHA DE ANÁLISIS : 23/11/2023

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

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

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

| | | |
|---------------------------|-------|-------|
| pH | | 6.85 |
| C.E. | mS/cm | 0.28 |
| Temperatura | °C | 14.92 |
| Sólidos Disueltos totales | g/l | 0.14 |

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

| | | |
|--|------|--------|
| Dureza total (como CaCO ₃) | mg/l | 349.00 |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | mg/l | 192.01 |
| Cloruros (como Cl ⁻) | mg/l | 7.20 |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) | mg/l | 69.00 |
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | mg/l | 0.01 |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | mg/l | 58.02 |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | mg/l | 48.06 |

DICTAMEN:

La muestra analizada es en base líquido los resultados serán interpretados en el área correspondiente.

ANÁLISIS
PUNTO 02 CHICHICAPAC
PUNO - PUNO



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

PROYECTO : CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN
 PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023
PROCEDENCIA : ANEXO CCALUYO – DISTRITO MACUSANI
 – PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.
INTERESADO : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANALISIS MICROBIOLÓGICO, (muestreado por el interesado)
FECHA DE MUESTREO : 23/11/2023
FECHA DE ANALISIS : 23/11/2023

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:

| PUNTO DE MUESTREO | UNIDAD | RESULTADOS | |
|---------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------------|
| | | <i>Coliformes Totales</i> | <i>Coliformes Termotolerantes</i> |
| M1-AGUA-CHICHICAPAC | NMP/100ml | <3 | <3 |
| M2-AGUA-CHICHICAPAC | NMP/100ml | <3 | <3 |

INTERPRETACION:

El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



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

Anexo 04: Análisis de Laboratorio del agua de Chichicapac, para la muestra del
18/12/2023



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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA MANANTIAL
PUNTO 01 CHICHICAPAC.

PROCEDENCIA : ANEXO CCALUYO – DISTRITO MACUSANI
– PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.

INTERESADA : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE AGUA.

FECHA DE MUESTREO : 18/12/2023 (Por la Interesada).

FECHA DE ANÁLISIS : 19/12/2023

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

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

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS:

| | | |
|---------------------------|-------|------|
| pH | | 7.08 |
| C.E. | mS/cm | 0.29 |
| Temperatura | °C | 15.0 |
| Sólidos Disueltos totales | g/l | 0.15 |

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS:

| | | |
|--|------|--------|
| Dureza total (como CaCO ₃) | mg/l | 353.69 |
| Alcalinidad (como CaCO ₃) | mg/l | 196.60 |
| Cloruros (como Cl ⁻) | mg/l | 8.51 |
| Sulfatos (como SO ₄ ⁻²) | mg/l | 65.00 |
| Nitratos (como NO ₃ ⁻) | mg/l | 0.01 |
| Calcio (como Ca ⁺⁺) | mg/l | 34.96 |
| Magnesio (como Mg ⁺⁺) | mg/l | 64.19 |

DICTAMEN:

La muestra analizada es en base líquido los resultados serán interpretados en el área correspondiente.





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



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANALISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA

PROYECTO : CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN
 PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA, 2023
PROCEDENCIA : ANEXO CCALUYO – DISTRITO MACUSANI
 – PROVINCIA CARABAYA – DEPARTAMENTO PUNO.
INTERESADO : BRISAYDA HUAQUISTO RAMOS
MOTIVO : ANALISIS MICROBIOLÓGICO, (muestreado por el interesado)
FECHA DE MUESTREO : 19/12/2023
FECHA DE ANALISIS : 19/12/2023

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS:

| PUNTO DE MUESTREO | UNIDAD | RESULTADOS | |
|---------------------|-----------|---------------------------|-----------------------------------|
| | | <i>Coliformes Totales</i> | <i>Coliformes Termotolerantes</i> |
| M1-AGUA-CHICHICAPAC | NMP/100ml | <3 | <3 |
| M2-AGUA-CHICHICAPAC | NMP/100ml | <3 | <3 |

INTERPRETACION:

El agua analizada es en iones líquido por lo tanto los resultados serán interpretados en el área correspondiente.



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

Anexo 05: Límites máximos permisibles del Reglamento de la Calidad del Agua para consumo humano.

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|------------------------------|---|--------------------------|
| 1. Olor | --- | Aceptable |
| 2. Sabor | --- | Aceptable |
| 3. Color | UCV escala Pt/Co | 15 |
| 4. Turbiedad | UNT | 5 |
| 5. pH | Valor de pH | 6,5 a 8,5 |
| 6. Conductividad (25°C) | µmho/cm | 1 500 |
| 7. Sólidos totales disueltos | mgL ⁻¹ | 1 000 |
| 8. Cloruros | mg Cl ⁻ L ⁻¹ | 250 |
| 9. Sulfatos | mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹ | 250 |
| 10. Dureza total | mg CaCO ₃ L ⁻¹ | 500 |
| 11. Amoníaco | mg N L ⁻¹ | 1,5 |
| 12. Hierro | mg Fe L ⁻¹ | 0,3 |
| 13. Manganeso | mg Mn L ⁻¹ | 0,4 |
| 14. Aluminio | mg Al L ⁻¹ | 0,2 |
| 15. Cobre | mg Cu L ⁻¹ | 2,0 |
| 16. Zinc | mg Zn L ⁻¹ | 3,0 |
| 17. Sodio | mg Na L ⁻¹ | 200 |

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS

| Parámetros | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|---|---------------------|--------------------------|
| 1. Bacterias Coliformes Totales. | UFC/100 mL a 35°C | 0 (*) |
| 2. E. Coli | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| 3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales. | UFC/100 mL a 44,5°C | 0 (*) |
| 4. Bacterias Heterotróficas | UFC/mL a 35°C | 500 |
| 5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos. | N° org/L | 0 |
| 6. Virus | UFC / mL | 0 |
| 7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos | N° org/L | 0 |

UFC = Unidad formadora de colonias

(*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 / 100 ml

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

| Parámetros Inorgánicos | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
|--|------------------------------------|--|
| 1. Antimonio | mg Sb L ⁻¹ | 0,020 |
| 2. Arsénico (nota 1) | mg As L ⁻¹ | 0,010 |
| 3. Bario | mg Ba L ⁻¹ | 0,700 |
| 4. Boro | mg B L ⁻¹ | 1,500 |
| 5. Cadmio | mg Cd L ⁻¹ | 0,003 |
| 6. Cianuro | mg CN ⁻ L ⁻¹ | 0,070 |
| 7. Cloro (nota 2) | mg L ⁻¹ | 5 |
| 8. Clorito | mg L ⁻¹ | 0,7 |
| 9. Clorato | mg L ⁻¹ | 0,7 |
| 10. Cromo total | mg Cr L ⁻¹ | 0,050 |
| 11. Flúor | mg F L ⁻¹ | 1,000 |
| 12. Mercurio | mg Hg L ⁻¹ | 0,001 |
| 13. Níquel | mg Ni L ⁻¹ | 0,020 |
| 14. Nitratos | mg NO ₃ L ⁻¹ | 50,00 |
| 15. Nitritos | mg NO ₂ L ⁻¹ | 3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga |
| 16. Plomo | mg Pb L ⁻¹ | 0,010 |
| 17. Selenio | mg Se L ⁻¹ | 0,010 |
| 18. Molibdeno | mg Mo L ⁻¹ | 0,07 |
| 19. Uranio | mg U L ⁻¹ | 0,015 |
| Parámetros Orgánicos | Unidad de medida | Límite máximo permisible |
| 1. Trihalometanos totales (nota 3) | | 1,00 |
| 2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral | mgL ⁻¹ | 0,01 |
| 3. Aceites y grasas | mgL ⁻¹ | 0,5 |
| 4. Alacloro | mgL ⁻¹ | 0,020 |
| 5. Aldicarb | mgL ⁻¹ | 0,010 |
| 6. Aldrín y dieldrín | mgL ⁻¹ | 0,00003 |
| 7. Benceno | mgL ⁻¹ | 0,010 |
| 8. Clordano (total de isómeros) | mgL ⁻¹ | 0,0002 |
| 9. DDT (total de isómeros) | mgL ⁻¹ | 0,001 |
| 10. Endrín | mgL ⁻¹ | 0,0006 |
| 11. Gamma HCH (lindano) | mgL ⁻¹ | 0,002 |
| 12. Hexaclorobenceno | mgL ⁻¹ | 0,001 |
| 13. Heptacloro y heptacloroepóxido | mgL ⁻¹ | 0,00003 |
| 14. Metoxicloro | mgL ⁻¹ | 0,020 |
| 15. Pentaclorofenol | mgL ⁻¹ | 0,009 |
| 16. 2,4-D | mgL ⁻¹ | 0,030 |
| 17. Acrilamida | mgL ⁻¹ | 0,0005 |
| 18. Epiclorhidrina | mgL ⁻¹ | 0,0004 |
| 19. Cloruro de vinilo | mgL ⁻¹ | 0,0003 |
| 20. Benzopireno | mgL ⁻¹ | 0,0007 |
| 21. 1,2-dicloroetano | mgL ⁻¹ | 0,03 |
| 22. Tetracloroetano | mgL ⁻¹ | 0,04 |

Anexo 06: Galería fotográfica



































Anexo 07: Matriz de consistencia

Título del Proyecto: CALIDAD DEL AGUA DE LAS CAPTACIONES CHICHICAPAC Y JATUN PINAYA DEL DISTRITO DE MACUSANI – CARABAYA - 2023.

| PROBLEMA | HIPÓTESIS | OBJETIVOS | VARIABLE | DIMENSIONES | INDICADO RES | METODOLOGÍA |
|-----------------|------------------|------------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|
|-----------------|------------------|------------------|-----------------|--------------------|---------------------|--------------------|

| PROBLEMA GENERAL | HIPÓTESIS GENERAL | OBJETIVO GENERAL |
|--|--|---|
| ¿Cómo será la calidad del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023? | La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no son aptas para el consumo humano de acuerdo al DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023. | Evaluar la calidad de agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya según DS N° 031-2010-SA en el distrito de Macusani - Carabaya, 2023. |
| PROBLEMAS ESPECÍFICAS | HIPÓTESIS ESPECÍFICAS | OBJETIVOS ESPECÍFICOS |
| | <p>Vi.</p> <p>Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos</p> | <p>Parámetros microbiológicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Escherichi a Coli - Coliformes Totales <p>Parámetros fisicoquímicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - pH - CE - Temperatura <p>Parámetros físicos</p> <ul style="list-style-type: none"> - STD - OD - Nitratos - Sulfatos - Cloruros - Carbonatos - Dureza Total - Arsénico - Cianuro - Mercurio |
| | | <p>-El tipo de estudio: no experimental</p> <p>Diseño de investigación: descriptivo.</p> <p>Población: El agua de los manantiales de Chichicapac y Jatun Pinaya del distrito de Macusani - Carabaya..</p> |
| | | Vd. |

| | | | | |
|--|---|---|-------------------------|---|
| <p>¿Cuál es la concentración de los parámetros fisicoquímicos en el agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA?</p> | <p>La concentración de los parámetros fisicoquímicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA</p> | <p>Determinar la concentración de los parámetros fisicoquímicos de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.</p> | <p>Calidad del agua</p> | <p>Muestra: Son 2 puntos de monitoreo se tomarán 2 muestras de cada punto; 1 para la evaluación de (parámetros fisicoquímico y 1 para la evaluación de microbiológico s</p> |
| <p>¿Cómo es la concentración de los parámetros microbiológicos en el agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA?</p> | <p>La concentración de los parámetros microbiológicos del agua de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya no cumplen con las condiciones de calidad para consumo humano superando los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA</p> | <p>Determinar la concentración de los parámetros microbiológicos de las captaciones de Chichicapac y Jatun Pinaya de acuerdo a los límites máximos permisibles según DS N° 031-2010-SA.A.</p> | | |