



# UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

---

## ESCUELA DE POST GRADO

### DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA – HUARAZ - ÁNCASH – 2021

Tesis para optar el grado de Maestro  
en Ciencias e Ingeniería

Mención: Ingeniería de Recursos Hídricos

**ANTONIO RAYMUNDO BLAS CERDA**

Asesor: **Mag. POMA VILLAFUERTE CARLOS BORROMEIO**

Huaraz - Áncash - Perú

2024

Nº. Registro: **T0976**





UNIVERSIDAD NACIONAL  
SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO  
ESCUELA DE POSTGRADO

## ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis, que suscriben, reunidos en acto público en el Auditorio de la Escuela de Postgrado, de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" para calificar la Tesis presentada por el:

Bachiller : **BLAS CERDA ANTONIO RAYMUNDO**

Título : **DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRANEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH - 2021**

Después de haber escuchado la sustentación, las respuestas a las preguntas y observaciones finales, lo declaramos:

APROBADA, con el calificativo de CATORCE (14)

De conformidad con el Reglamento General de la Escuela de Postgrado y el Reglamento de Normas y Procedimientos para optar los Grados Académicos de Maestro y Doctor, queda en condición de ser aprobado por el Consejo de la Escuela de Postgrado y recibir el Grado Académico de Maestro en **CIENCIAS E INGENIERÍA** con Mención en **INGENIERÍA DE RECURSOS HÍDRICOS** a otorgarse por el Honorable Consejo Universitario de la UNASAM.

Huaraz, 18 de enero del 2024

  
Dra. Edell Doriza Aliaga Zegarra  
PRESIDENTE

  
Dr. Guillermo Castillo Romero  
SECRETARIO

  
Mag. Flor Angela Jara Remigio  
VOCAL

  
Mag. Carlos Borromeo Poma Villafuerte  
Asesor

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM  
**ANEXO 1**  
**INFORME DE SIMILITUD.**

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Determinación de la calidad fisicoquímica y biológica del agua subterránea para el consumo humano de la zona urbana de Chequio - Independencia - Huaraz - Áncash - 2021

Presentado por: Blas Cerda Antonio Raymundo

con DNI N°: 41784239

para optar el Grado de Maestro en:

Ingeniería de Recursos Hídricos

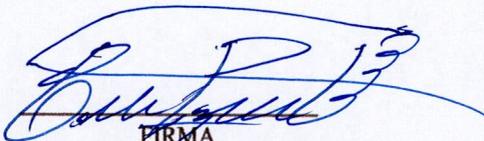
Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : ...17%... de similitud.

**Evaluación y acciones del reporte de similitud para trabajos de investigación, tesis posgrado, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 11, inc 2 y 3)**

Porcentaje	Evaluación y acciones	Marque Con una X
Del 1 al 20%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	X
Del 21 al 30%	Devolver al autor para las correcciones y se presente nuevamente el trabajo en evaluación.	
Mayores al 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes; sin perjuicio de las sanciones administrativas que corres andan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de **Asesor responsable**, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz, 10/04/2024



Apellidos y Nombres: Poma Villafuerte Carlos Borromeo

DNI N°: 31656793

Se adjunta:  
1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**T033\_41784239\_M - TURNITIN**

RECUENTO DE PALABRAS

**14845 Words**

RECUENTO DE PÁGINAS

**107 Pages**

FECHA DE ENTREGA

**Apr 10, 2024 1:02 AM GMT-5**

RECUENTO DE CARACTERES

**79536 Characters**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**7.8MB**

FECHA DEL INFORME

**Apr 10, 2024 1:03 AM GMT-5****● 17% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 15% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 13% Base de datos de trabajos entregados
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

**● Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Material citado
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 10 palabras)

## MIEBROS DEL JURADO

*Doctora* Edell Doriza Aliaga Zegarra

Presidente



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Edell Doriza', is written over a horizontal line.

*Master* Guillermo Castillo Romero

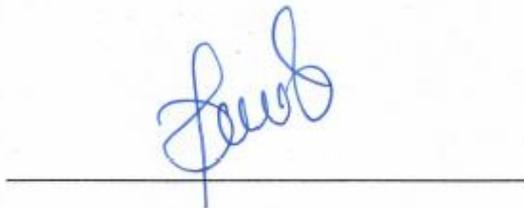
Secretario



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Guillermo Castillo', is written over a horizontal line.

*Máster* Flor Angela Jara Remigio

Vocal



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Flor Angela', is written over a horizontal line.

**ASESOR**

***Magister Poma Villafuerte Carlos Borromeo***



## AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo - Escuela de Post Grado, por fortalecer mis conocimientos y complementar mis competencias como profesional para enfrentar los desafíos en la vida diaria cada vez más cambiante.

En segundo lugar, al asesor, Mag. Carlos Poma Villafuerte, por su apoyo incondicional, disponibilidad de tiempo y su valiosa aportación, mostrando una gran paciencia y comprensión para revisiones y oportunas correcciones.

A Dios y a mis padres a quienes debo mi formación profesional, por inculcarme valores, principios, perseverancia y coraje para cumplir mis objetivos y metas.

Agradecer a mis hermanos por ser guía y paradigma, buenos compañeros que siempre me están motivando para hacer las cosas bien y cada día ser mejor.

## ÍNDICE

Resumen.....	ix
Abstract.....	x
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>Capítulo I.....</b>	<b>3</b>
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	3
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	3
1.2. Objetivos .....	5
1.3. Justificación.....	6
1.4. Delimitación .....	9
<b>Capítulo II.....</b>	<b>11</b>
MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Antecedentes de investigación .....	11
2.2. Bases teóricas .....	13
2.3. Definición de términos .....	33
2.4. Hipótesis.....	34
2.5. Variables.....	34
<b>Capítulo III .....</b>	<b>37</b>
METODOLOGÍA .....	37
3.1. Tipo de investigación .....	37
3.2. Diseño de investigación.....	38
3.3. Población y muestra .....	39
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	39
3.5. Plan de procesamiento y análisis de datos.....	42
<b>Capítulo IV .....</b>	<b>47</b>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	47

4.1. Presentación de Resultados .....	47
4.2. Prueba de hipótesis .....	64
4.3. Discusión .....	64
Conclusiones .....	68
Recomendaciones.....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
ANEXOS .....	76



## CONTENIDOS DE FIGURAS

Figura 1 <i>Delimitación Espacial</i> .....	9
Figura 2 <i>Ciclo Hidrológico</i> .....	13
Figura 3 <i>Diseño de investigación</i> .....	38
Figura 4 <i>Esquema de toma de muestra de agua subterránea</i> .....	44
Figura 5 <i>Ubicación del punto muestreo de agua subterránea</i> .....	45
Figura 6 <i>Resultado de conductividad</i> .....	50
Figura 7 <i>Resultado de Turbiedad</i> .....	50
Figura 8 <i>Resultado de Arsénico</i> .....	51
Figura 9 <i>Resultado de Cadmio</i> .....	51
Figura 10 <i>Resultado de Cobre</i> .....	52
Figura 11 <i>Resultado de Cromo</i> .....	53
Figura 12 <i>Resultado de Hierro</i> .....	53
Figura 13 <i>Resultado de Manganeso</i> .....	54
Figura 14 <i>Resultado de Mercurio</i> .....	55
Figura 15 <i>Resultado de Níquel</i> .....	55
Figura 16 <i>Distribución de componentes de la PTAP convencional</i> .....	63

## CONTENIDOS DE TABLAS

Tabla 1 <i>Distribución de agua en la tierra</i> .....	15
Tabla 2 <i>Composición natural del agua en mg/L</i> .....	18
Tabla 3 <i>Valores admisibles el agua potable</i> .....	30
Tabla 4 <i>Indicador de variable independiente</i> .....	34
Tabla 5 <i>Indicadores de variable dependiente</i> .....	35
Tabla 6 <i>Técnicas e instrumentos de campo</i> .....	39
Tabla 7 <i>Técnicas e instrumentos</i> .....	40
Tabla 8 <i>Los métodos del análisis según laboratorio de calidad ambiental de FCAM - UNASAM</i> .....	41
Tabla 9 <i>Punto de muestreo en 05 momentos de la muestra de agua</i> .....	46
Tabla 10 <i>Resultados de análisis fisicoquímico y biológico del agua en épocas de estiaje y lluvia</i> .....	47
Tabla 11 <i>Toma de muestra M<sub>1</sub></i> .....	56
Tabla 12 <i>Toma de muestra M<sub>2</sub></i> .....	57
Tabla 13 <i>Toma de muestra M<sub>3</sub></i> .....	57
Tabla 14 <i>Toma de muestra M<sub>4</sub></i> .....	58
Tabla 15 <i>Toma de muestra M<sub>5</sub></i> .....	58
Tabla 16 <i>Resumen de cálculo de diseño del sistema de agua potable</i> .....	61

## RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo analizar los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea en el afloramiento de la fuente de captación del Caururo. Para determinar este análisis, el laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM – UNASAM realizó muestreos focalizados en época de verano (estiaje) e invierno (lluvias). La metodología empleada se desarrolló en base al enfoque cuantitativo, tipo de investigación aplicada de nivel descriptivo y explicativo, diseño No experimental longitudinal, se tomaron 05 muestras de agua del afluente de captación y el aforo del caudal subterráneo por método volumétrico.

Los métodos de análisis para cuantificar los parámetros fisicoquímicos y biológicos utilizados por el laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM – UNASAM figuran en la tabla 8. Los resultados de cada parámetro fueron comparados con los límites máximos permitidos (LMP) que fijan la calidad del agua para consumo humano, según el DS N° 031-2010-SA. Los metales de Cd, Cr y Hg superan los LMP en época de estiaje, igualmente los valores de los metales de Hg y Ni están por encima de los LMP en la época de lluvias finalmente los parámetros biológicos también superan los LMP. Además, según estudios, el caudal de aforo de la fuente subterránea es suficiente para la cantidad de población de la zona urbana de Chequio - Independencia - Huaraz - Áncash - 2021. Se concluye que el agua subterránea no es apta para el consumo de la población porque los metales pesados supera los LMP según la norma mencionada y es dañino para la salud de los consumidores de la localidad.

**Palabras Claves:** Calidad del agua subterránea, parámetros fisicoquímicos y biológicos.

## ABSTRACT

This research aimed to analyze the physicochemical and biological parameters of the groundwater in the outcrop of the Caururo catchment source. To determine this analysis, the Environmental Quality Laboratory of the FCAM – UNASAM carried out focused sampling in the summer (dry season) and winter (rainy season). The methodology used was developed based on the quantitative approach, type of applied research at a descriptive and explanatory level, non-experimental longitudinal design, 05 water samples were taken from the catchment tributary and the gauge of the underground flow by volumetric method.

The analysis methods to quantify the physicochemical and biological parameters used by the Environmental Quality Laboratory of the FCAM – UNASAM appear in table 8. The results of each parameter were compared with the maximum permitted limits (LMP) that set the quality of the water. for human consumption, according to DS N° 031-2010-SA. The Cd, Cr and Hg metals exceed the LMP in the dry season, likewise the values of the Hg and Ni metals are above the LMP in the rainy season, finally the biological parameters also exceed the LMP. Furthermore, according to studies, the capacity flow of the underground source is sufficient for the amount of population in the urban area of Chequio - Independencia - Huaraz - Áncash - 2021. It is concluded that the groundwater is not suitable for consumption by the population. because heavy metals exceed the LMP according to the aforementioned standard and are harmful to the health of local consumers.

**Keywords:** Groundwater quality, physicochemical and biological parameters.

## INTRODUCCIÓN

Esta investigación que se presenta, pretende contribuir en la búsqueda de una solución a los problemas de salud pública sobre la determinación de calidad fisicoquímica y biológica del agua subterránea para consumo humano antes de realizar captación y distribución de agua potable a la población.

El agua subterránea es la única fuente de agua dulce accesible para el consumo de la población y otros fines en la mayoría de las regiones áridas y semiáridas del mundo, del mismo modo, el agua es un componente esencial para la vida, por lo tanto, su conocimiento y el uso racional son importantes para un buen aprovechamiento. Además, de su debida gestión para el medio ambiente, para el bienestar económico y social. (OMS, 2017; Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia, 2017)

El agua subterránea es un recurso hídrico disponible en la mayor parte del territorio, la contaminación actual es un problema que genera preocupación por las diversas actividades del hombre, provocando impacto ambiental. Por estas razones, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) (2023) ha tomado protección de las fuentes subterráneas de agua potable frente a la inyección subterránea con la finalidad de tomar medidas para proteger la salud pública y de esta manera cumplir con los requisitos reglamentarios que estipulan la consideración de diversas medidas adaptadas para garantizar que las actividades de inyección no pongan en peligro las fuentes subterráneas de agua potable.

En nuestra región Áncash existen muchos pueblos sin acceso al agua, por ello la necesidad de contar con el agua potable es importante. Uno de los problemas reales de la zona urbana de Chequio es que no cuenta con cantidad suficiente y

calidad de agua en sus hogares por el crecimiento y desarrollo de la población. Por este motivo, la población se abastece de una captación de agua subterránea que si bien tiene un caudal suficiente para cubrir sus necesidades sin embargo no se han realizado los estudios de los parámetros de calidad del agua, motivo por el cual se decide determinar las propiedades fisicoquímica y biológica del agua subterránea que consume la población de la zona urbana Chequio del distrito de Independencia, provincia de Huaraz. El tipo de investigación aplicada de nivel descriptivo y explicativo, de diseño no experimental longitudinal, se tomaron 05 muestras de agua de la captación y se determinó el aforo del caudal por método volumétrico, se cuantificó los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua usando los métodos de la tabla 8, en el laboratorio de Calidad Ambiental de la FCAM – UNASAM. Los resultados obtenidos arrojan que el agua subterránea presenta metales Cd, Cr, Hg y Ni que exceden los LMP de calidad del agua según la norma establecida por DS N° 031-2010-SA, de igual manera los parámetros biológicos exceden los LMP. Se que el agua no es apta para el consumo humano ya que los parámetros físico químicos y biológicos superan los LMP de calidad de agua, por lo que se recomienda cloración y tratamiento para bajar la concentración de los metales pesados del agua antes de su distribución a la población. Por otro lado, se ha determinado que el caudal de aforo de la captación subterránea es suficiente para el abastecimiento de agua a la población de Chequio.

La presente investigación tiene cuatro capítulos que vienen a ser problema de investigación, marco teórico, metodología, resultados y discusión; finalmente se presenta conclusiones, recomendaciones y anexos. Tal como indica la estructura de la tesis de la universidad.

## Capítulo I

### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento y formulación del problema

##### 1.1.1. Realidad Problemática

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Cultura, las Ciencias y la Educación (UNESCO) y Evaluación de los Recursos Hídricos (WWPA) se refiere “al hecho de que el agua es uno de los recursos más importantes de la tierra para todos los seres vivos, es vital y necesaria para todas las actividades económicas, sociales y ambientales. A nivel mundial existe la necesidad de brindar el servicio completo, debido a la falta de agua potable de calidad apta para el consumo humano” (UNESCO – WWPA, 2015).

Flores (2016) afirma que “el crecimiento y desarrollo de la población, el calentamiento global y la contaminación de los cuerpos de agua por las actividades humanas provocan diversos factores de escasez de agua para uso doméstico, obligando a la población a buscar otras fuentes alternativas de agua dulce como las aguas subterráneas”.

Según el Informe Nacional sobre el Estado del Medio Ambiente (INEA, 2014-2019) “nuestro país no es la excepción, muchas zonas urbanas y rurales se abastecen de agua de dudosa calidad y no tratada adecuadamente, esto es un problema que afecta a la salud pública para la población beneficiaria contrayendo enfermedades respiratorias y enfermedades diarreicas agudas (EDAS), que afectan principalmente a niños, ancianos y mujeres gestantes”.

Actualmente en la zona urbana de Chequio, distrito de Independencia, provincia de Huaraz, el agua se capta de una manantial de tipo ladera (captación de estructura existente) cuya oferta hídrica de la fuente es menor que la demanda; es decir, el caudal es insuficiente para asegurar cantidad y continuidad de agua potable, debido a esto los beneficiarios sufren la escasez de agua dulce y posibles enfermedades agudas de primer grado, en la zona hay carencia de otras fuentes como manantiales u ojos de agua, produciendo el problema de abastecimiento de agua limpia a la población de ésta localidad.

En los últimos años, la prioridad del gobierno y las autoridades locales han sido brindar servicios básicos como agua potable a la población, sin embargo, aún sigue siendo un problema latente debido a la falta de instalaciones de agua y desagüe u obras de saneamiento básico, así como también por la falta interés política o desconocimiento de la necesidad real en la zona urbana de Chequio.

Ante esta problemática, desde el año 2014 hasta la fecha, la población ha presentado reclamos ante las autoridades de la Municipalidad Distrital de Independencia, respecto al suministro de agua potable, las cuales no han sido atendidos ni resueltas. La localidad de Chequio se encuentra en desarrollo y en crecimiento poblacional a nivel urbano, este es el problema que ocasiona la falta de cantidad y continuidad de agua para los consumidores, de esta manera no satisface ni se respeta el derecho al acceso a los servicios de agua potable.

La población, en coordinación con las Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) de la localidad, construyó una fuente de captación de agua subterráneo (captación de estructura nueva) como alternativa de solución con la finalidad de contar con el líquido elemento en sus hogares, sin antes comprobar

previo estudio de análisis los parámetros de calidad del agua destinada al consumo humano. También vienen consumiendo el agua sin cloración, falta el mantenimiento respectivo, limpieza y desinfección de los sistemas de agua potable.

Bajo este contexto se plantea realizar el análisis de los parámetros de calidad fisicoquímicos y biológicos de las aguas subterráneas destinadas al consumo humano en la zona urbana de Chequio. Así mismo, determinar si el aporte del caudal de la fuente subterránea es de cantidad suficiente para el abastecimiento poblacional, para decidir la calidad del agua, los resultados se contrastaron con los LMP, por lo que nos planteamos la formulación del problema.

### ***1.1.2. Enunciado del Problema***

¿Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea están dentro de los valores permisibles para el consumo de la población de la zona urbana de Chequio - Independencia - Huaraz - Áncash - 2021?

## **1.2. Objetivos**

### ***1.2.1. Objetivo general***

Determinar la calidad fisicoquímica y biológica del agua subterránea que consume la población de la zona urbana de Chequio - Independencia - Huaraz - Áncash - 2021.

### ***1.2.2. Objetivos específicos***

Determinar los parámetros físicos.

Determinar los parámetros químicos.

Determinar los parámetros biológicos.

Determinar la calidad del agua subterránea, si es apto para el consumo humano.

Determinar el caudal de aforo del agua subterránea para el aprovechamiento de consumo poblacional.

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Justificación teórica**

De acuerdo con el Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas, el Mundo ONU (2003) señala que “la crisis de agua que afecta la vida diaria o cotidiana de las poblaciones pobres, quienes más sufren de enfermedades relacionadas con el agua, como las enfermedades bacterianas e infecciosos virales. Las infecciones causadas por agentes infecciosos se transmiten a los humanos a través del agua potable (consumo de agua) se pueden prevenir mediante el suministro adecuado de agua o abastecimiento de agua, saneamiento, higiene y gestión del agua”.

Según la Organización de Naciones Unidas (ONU, 2015) define que, “las aguas subterráneas captadas o extraídas abastecen de agua para uso doméstico a la mitad de la población mundial. El incremento de uso del agua aproximadamente es anual del 1% y su escasez se debe al cambio climático que aumenta la dependencia del agua subterránea, y constituye el 99% del agua dulce del planeta. Una buena gestión de los recursos podría ser la solución a las futuras crisis de este importante líquido. Además, demuestra que satisfacer las necesidades básicas de una población mundial en constante crecimiento y desarrollo, una razón aún más importante para enfrentar el posible cambio climático y la crisis potencial energéticas globales es

hacer un mejor uso de los escasos recursos hídricos que aún son poco utilizados o explotados, y protegerlos de la contaminación y el uso excesivo de aprovechamiento”.

### **1.3.2. Justificación práctica**

En el Perú, la calidad de la fuente de extracción de agua subterránea para el consumo humano debe cumplir con los estándares de calidad según la norma vigente del Decreto Supremo N° 031-2010-SA y promulgado por el Ministerio de Salud - MINSA. De igual forma, la Organización Mundial de la Salud (OMS) en su “Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano” (2008) propone los valores límites para los contaminantes que pueden estar presentes en el agua para el consumo humano.

### **1.3.3. Justificación Social**

En los últimos años, los pobladores se han preocupado cada vez más por la disponibilidad y calidad del agua que es vital y/o fundamental para la vida. Existe escasez de oferta hídrica en la fuente de captación, haciéndose cada vez mayor la demanda de agua debido al crecimiento de la población y las actividades humanas que contaminan las fuentes de agua dulce y degradan su calidad.

Esta investigación dará conocer a la población sobre la importancia de tomar conciencia de las medidas preventivas para conservar los recursos hídricos, la vegetación originaria y mantener la agricultura libre de agroquímicos para cuidado de calidad del agua, ya que pretende mejorar la calidad de vida de sus pobladores, esto es carácter social de los servicios que refleja el aprovechamiento final de las aguas subterráneas.

#### **1.3.4. Justificación Económico**

Desde el punto de vista económico, el estado peruano y la región, muestran desinterés o indiferencia ante la falta de los programas estratégicos para reducir la pobreza en situaciones precarias donde viven las familias sin saneamiento básico.

MINAN (2015) afirma que el Perú es un país que tiene mayor disponibilidad de recursos hídricos renovables de agua dulce; sin embargo, esta situación no refleja la realidad, por el contrario, se puede decir que una distribución simétrica no permite que toda la población tenga acceso a servicios básicos de agua potable apta para el consumo humano.

Este proyecto se ha desarrollado en el marco del desarrollo local ya que es económicamente sostenible, es decir, las condiciones socioeconómicas de la población son la principal necesidad o el requerimiento previo para el abastecimiento de agua potable. El agua refleja el valor de la escasez y tiene un valor intrínseco. Este valor se refleja en los precios de las tarifas para el consumo humano de acuerdo el precio real o efectivo, depende de la cantidad, continuidad y calidad del agua. Las tarifas también están destinadas a cubrir los costos de operación y mantenimiento de los sistemas de agua potable JASS de la localidad.

#### **1.3.5. Justificación Ambiental**

El uso de agua potable por parte de la población creciente genera cada vez más la descarga de las aguas residuales, pero muy pocas son tratadas para la disposición final y aprovechadas para usos domésticos. Por lo tanto, el agua es un recurso natural renovable cuando se controla y gestiona adecuadamente a través del tratamiento sin afectar o dañar al ambiente.

El propósito de la investigación pretende estar dentro del campo del conocimiento sobre los sentimientos o percepciones sociales resultantes de la contaminación de las aguas subterráneas. Dar soluciones mediante educación que ayude a cambiar el comportamiento de las personas en forma positiva, fomentando y practicando el cuidado ambiental.

Con base a esto, se sugiere propuestas que puedan implementar la conservación y la protección de las aguas en las áreas de estudio, para uso de la población, mediante acciones eficaces que garanticen la participación de la población para evitar la contaminación de nuestros recursos hídricos en las fuentes de agua.

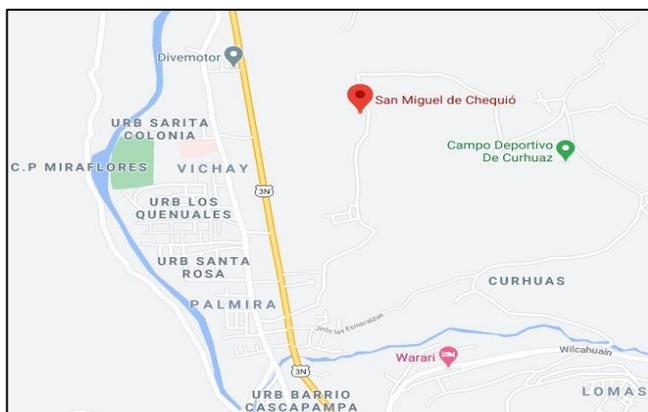
## 1.4. Delimitación

### 1.4.1. Delimitación Espacial

El área de estudio se encuentra en las coordenadas de 222860 E y 8949781 N, desarrollado en la zona urbano de Chequio - Independencia - Huaraz – Áncash.

### Figura 1

#### *Delimitación Espacial*



Nota. Tomado de Google Maps (2021)

### ***1.4.2. Delimitación Temporal***

La investigación se divide en dos fases.

Plan de tesis: Inicio marzo de 2021 y finalizando en agosto de 2021.

Elaboración de la tesis: Inicio de setiembre de 2021, finalizando en julio de 2023.

### ***1.4.3. Delimitación Social***

La investigación se realizó del análisis del agua subterránea para el consumo de la población de la zona urbana de Chequio, distrito de Independencia, provincia de Huara - Áncash y en coordinación de la JASS de la localidad.

## Capítulo II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

Después de revisar varias fuentes, se encontraron las siguientes informaciones que dan soporte a la investigación.

##### 2.1.1 Internacionales

Quino et al. (2006) tuvieron el objetivo fue determinar la calidad del agua subterránea se logró mediante los resultados de las propiedades químicas. En el desarrollo estos estudios se utilizaron los métodos, herramientas y técnicas como espectrómetros de absorción atómica instrumental con generadores de hidruros, espectrofotómetros ultravioletas visible, medidor de pH, medidor de conductividad, así como el medidor de volumétrico y gravimétrico. Se cumplieron los objetivos determinados en el plan del proyecto que se lograron mediante la extracción de los oligoelementos As, Zn y Fe. La conclusión al que arribó la investigación, es que los metales estudiados no contaminan las aguas subterráneas porque no presentan altas concentraciones.

##### 2.1.2 Nacionales

Flores (2016), tuvo el objetivo fue determinar los parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Se utilizaron estudios cualitativos y cuantitativos para desarrollar el estudio a partir del diseño experimental se analizó según los métodos, técnicas e instrumentos de “American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation” (APHA, AWWA, WPCF). La conclusión a la que he llegó es, que la calidad del agua destinada al

consumo humano es satisfactoria o suficientemente buena, a excepción de los fosfatos y coliformes totales no cumplen o que no son insatisfactorias.

Gutiérrez-Araujo et al. (2023) se propusieron determinar si las aguas subterráneas consumida por la población del distrito de Virú eran apta bacteriológicamente. La investigación utilizó los métodos y técnicas de la APA, 1995 y NTP, 2012 con fines de determinar coliformes totales y termotolerantes mediante los tubos múltiples (NMP). En conclusión, el agua subterránea está contaminada con un alto contenido de coliformes totales de 160 NMP por 100 ml de muestra, y el agua esta clasifica como no apta para el consumo humano.

### **2.1.3 Locales**

Vicuña (2019) tuvo el objetivo general fue determinar y evaluar la calidad del agua potable y su relación con el nivel o satisfacción de la población de Olleros Provincia de Huaraz. La metodología se basa en estudios descriptivos y analíticos analizados mediante a los métodos estandarizados de análisis de agua potable (APHA-AWWA-WEF, 2012). Los resultados obtenidos se compararon con los valores LMP del Reglamento sobre la Calidad del Agua para Consumo Humano (SA, 2010) para determinar la calidad del agua destinada al consumo humano. Llegó a la conclusión que los parámetros físicos y químicos del agua en el punto de toma se encuentran dentro de los valores máximos permisibles (LMP) de acuerdo la norma de calidad del agua para consumo humano según el Decreto Supremo 031-2010-SA, mientras que los indicadores de calidad microbiológica superan los valores de límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad del Agua, por lo tanto, no se recomienda el agua potable en sistemas de distribución

que tenga por debajo de 0.5 mg/L de cloro residual libre, se llegó a clasificar el agua potable de calidad aceptable.

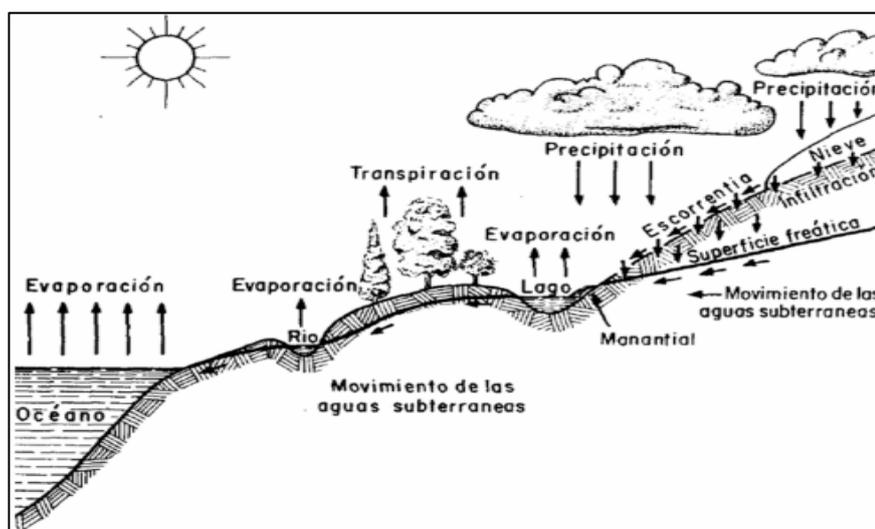
## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1 Origen de Agua subterránea

Según Ordoñez (2011) las aguas subterráneas provienen entre las cavidades del suelo debajo de la superficie terrestre de la misma manera que el agua subterránea se origina o se crea por la infiltración directa de las precipitaciones a través del suelo, los ríos, y los lagos. El origen de los acuíferos y mantos freáticos también forma parte principalmente del agua de lluvia que se filtra en el suelo y, en menor medida, también contribuyen a la recarga del acuífero, las aguas de riego, filtraciones, corrientes estacionales o aguas permanentes y las pérdidas en la conducción de canales y tuberías de agua (Johnson, 1975).

**Figura 2**

*Ciclo Hidrológico*



*Nota. Formación del agua subterránea. Tomado de Ordoñez (2011)*

Según Pérez et al. (2003) las aguas subterráneas son procedentes de masas o volúmenes de agua almacenada en el subsuelo y aprovechada mediante pozos profundos y menos profundos. Además, son cauces naturales como el caso de ríos subterráneos.

### **2.2.2 Agua subterránea**

Según el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (2019), el componente de aguas subterráneas forma parte del ciclo hidrológico, el proceso de recarga de los sistemas acuíferos, principalmente del agua de lluvia precipitada en temporada de invierno. También es el agua existente bajo la superficie del terreno, es decir, es aquella que se encuentra bajo el nivel freático, saturado por completo los poros y grietas del suelo, y no hay suficiente información sobre el monitoreo, evaluación y gestión del agua y los recursos hídricos, que deben ser abordados para conocer el origen, funcionamiento y el comportamiento con otras fuentes, ya que es importante para el abastecimiento de la población (López et al., 2009).

Según Werner (1996) toda el agua subterránea que se encuentra debajo de la superficie de la tierra esta almacenada de tal modo que retorna nuevamente al ciclo hidrológico del agua, en el subsuelo ocupa los poros del material que la contiene, circula lentamente y lo hace en forma de manto, no dentro de un cauce.

Gómez y Gallo (2021) definen el término acuífero como una formación geológica en la que el agua almacenada se mueve a través de poros o aberturas, atraviesan cantidades considerables de agua para su respectiva explotación o aprovechamiento de uso poblacional de manera fácil y económica.

Según la Declaración de las Aguas Subterráneas en el Mediterráneo (2006) las aguas subterráneas en la región mediterráneo, es un recurso natural escaso por las condiciones climáticas áridas y semiáridas, generando sequías. Es por ello que los acuíferos están considerablemente, menos llenos. Las reservas de recursos hídricos subterráneos y la capacidad de captación de almacenamiento de los acuíferos juegan un papel muy importante en explotación para el abastecimiento de los habitantes de la zona o área urbana (Smith et al., 2016).

El agua subterránea se ha utilizado para abastecer a la población desde la antigüedad, mediante el uso de excavación de zanjas y perforación de pozos con la finalidad de extraer mediante técnicas de bombas sumergibles y esto ha aumentado significativamente el uso de agua subterránea (Sahuquillo,2009).

Vélez (1999) define las aguas subterráneas como una parte importante del ciclo del agua y una gran reserva esencial.

**Tabla 1**

*Distribución de agua en la tierra*

<b>Descripción</b>	<b>km<sup>3</sup>x106</b>	<b>%</b>
Océanos	1320	97.2
Glaciares y nieves perpetuas	30	2.15
Aguas subterráneas a menos de 800 m	4	0.31
Aguas subterráneas a más de 800 m	4	0.31

*Nota.* Tomados de Vélez (1999)



### 2.2.3 *Muestreo de agua subterránea*

El muestreo y el análisis de microorganismos no patógenos que existen en las profundidades de las aguas subterráneas, ha sido un desafío de investigación para los microbiológicos (Price, 2003).

#### a) Muestreo

Consiste en muestrear una parte o porción representativa del cuerpo de agua para determinar las características que debe tener una muestra, así mismo, es importante realizar un procedimiento de programas de monitoreo de parámetros físicos, químicos y biológicos antes y durante el muestreo para control de calidad, la caracterización de calidad e identificación de fuentes de contaminación de aguas subterráneas (IDEAM, 2013).

Cuanto mayor sea el número de muestras recolectadas, más detallada será la descripción de las características de las fuentes de agua para determinar su calidad (Conagua, 2004).

#### b) Toma de muestras

La toma de muestras de aguas subterráneas permite hacer un análisis de ella siendo delicada y compleja. La validez de los resultados de los datos depende de una buena toma de muestra. El proceso de muestreo es diferente y variado, dependerá, si se trata de un cuerpo de agua para analizar contaminantes físicos, químicos y bacteriológicos, y también de las fuentes donde esta se toma o extrae; es decir, si proviene de las aguas subterráneas, drenajes industriales, lagos, embalses, etc. Debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones a adoptar:

Se debe prevenir el error de la información que se quiere conocer con cierto grado de precisión. Por ejemplo, en el caso de los ríos, el error de muestreo es superior o mayor que el error de gabinete.

La muestra debe ser representativa de la masa de agua que ha sido tomada.

La cantidad y/o volumen de muestra debe ser suficiente.

La muestra debe estar representada con un intervalo de tiempo en su composición físico - químico y biológico-bacteriológico.

Los muestreos deben ser diferentes y con recipiente de distinta clase, según el parámetro que se requiera analizar.

La toma de muestra debe estar amarrada a un programa de muestreo. (Gómez y Gallo, 2021)

#### c) Muestras puntuales

Una vez identificadas las muestras y registradas las condiciones de muestreo, esta se realiza mediante frascos rotulados con el nombre del punto de muestreo y del cliente, considerando en la descripción datos de hora y fecha de recolección, el tipo de muestra y los parámetros a determinar, así como la recolección es directamente en los frascos asignados oportunamente. Luego, antes de ser llenado el frasco para la caracterización fisicoquímica debe ser enjuagado como mínimo de 3 veces con la muestra a analizar o estén previamente esterilizados. (Gómez y Gallo, 2021)

#### **2.2.4 Composición de las aguas subterráneas**

El agua es el disolvente más común en la tierra. Esto permite retener mucha cantidad de materia orgánica o materia contacto con el suelo por donde discurre o

fluye su recorrido (curso). El agua subterránea tiene una mayor capacidad para disolver materia que el agua superficial debido al contacto prolongado con las formaciones geológicas que crea y en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y oxígeno (O<sub>2</sub>) disueltos en el agua. Cuando se mueve a las bajas velocidades, el agua subterránea tiende a tener una mayor concentración de iones más altas que la escorrentía superficial de la misma fuente (López et al., 2009).

Vélez et al. (2005) señalan que la transformación química del agua depende del tipo y naturaleza de las características de la roca, la composición del agua filtrada y los procesos microbiológicos que ocurren en el suelo. El agua de lluvia se filtra en el suelo poroso y en las rocas existentes, disuelve sustancias con el agua subterránea y, por lo tanto, cambia su composición original del agua.

Debido a la composición química natural del agua subterránea, tiene los siguientes procesos:

Evaporación de sales atmosféricas como polvo, sales disueltas u otras en el agua de lluvia.

La interacción entre el agua y los minerales del suelo ocurre a través de su hidrólisis y/o transición de oxidación a reducción.

Inclusión de agua salada residual que aún no se ha lavado.

## Tabla 2

*Composición natural del agua en mg/L*

Parámetro	Agua del mar	Agua superficial	Agua subterránea
pH	8.2	.....	6.75
HCO <sub>3</sub>	488	58.4	146

Mg	1290	4.1	11.2
Fe	0.0034	0.67	0.424
Al	0.001	0.4	0.19
Br	67.3	0.02	0.0408
B	4.45	0.01	0.0354
P	0.088	0.02	0.0569
Zn	0.005	0.02	0.0303
Ba	0.021	0.01	0.0144
Cu	0.0009	0.007	0.004
Ni	0.0066	0.0003	0.00311
Cr	0.0002	0.001	0.00278
Pb	0.00003	0.003	0.00218
Cs	0.0003	0.00002	0.00018
Cd	0.00028	0.0003	0.00022
Ag	0.00011	.....	0.0002

---

*Nota.* Tomado de Vélez (2005)

### ***2.2.5 Calidad del agua***

La calidad del agua está determinada por su turbiedad, calidad física, química y biológica, la cual se caracteriza por la variabilidad temporal y espacial bajo la influencia de factores externos e internos de captación de la cuenca. Depende del uso al que se destine el abastecimiento de agua, ya sea para el consumo poblacional o para otros fines, según las características funcionales (Sierra, 2011).

En general, la calidad del agua es un conjunto de sus características físicas y químicas, así como de la composición y condiciones de los organismos que la habitan o viven en ella (Urbanas, 2018).

### **2.2.6 Parámetros de calidad de agua**

Según DIGESA (2011) los parámetros de calidad del agua son indicadores que describen la condición del estado de las masas de agua existentes o brindan información a la situación y pueden variar según las zonas del estudio dependiendo de los cambios ambientales y los efectos de la actividad humana.

#### **Parámetros físicos**

Los parámetros y propiedades físicas del agua considerados en este estudio son los siguientes.

#### **Color**

Según el informe de DIGESA el parámetro puede estar relacionado con la turbiedad o ser independiente de ella. Las estructuras químicas como las ligninas, los taninos, los ácidos húmicos y los ácidos grasos fúlvicos son las responsables del cambio de color. El color natural del agua se puede expresar por la distribución de la materia, la presencia de manganeso, hierro, la organización de los metales y suelos. Su presencia indica una integridad ineficiente de los sistemas de distribución y tratamiento de agua.

#### **Conductividad**

Es un parámetro que se monitorea en diferentes sectores o áreas relacionadas con el uso del agua. La propiedad del agua depende de la cantidad de

iones disueltos e inversamente proporcional a la resistividad, del mismo modo el agua altamente conductora genera grandes cantidades de electricidad, del mismo modo, también la medición de la conductividad eléctrica y la calidad del agua mejora a medida que incrementa la cantidad de sales disueltas en forma de iones y el valor de la conductividad del agua subterránea es del orden de  $10^{-6}$  mhos/cm o micromho/cm (mhos/cm a 25°C) y este parámetro aumenta con el aumento de la temperatura (Arévalo, 2018).

### **Turbiedad**

Según DIGESA indica que la importancia de la determinación del análisis se debe a la turbidez que generalmente se encapsulan y caracteriza de diversos microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias. Estos organismos pueden causar síntomas como náuseas, calambres, diarrea y dolores de cabeza.

Pérez et al. (2003) mencionan que la turbiedad es una medida del grado de la reducción o transparencia de la claridad del agua debido a presencia de las partículas no disueltas en el agua que se suspenden y dispersan para impedir el paso de la luz, normalmente la naturaleza de estas partículas es variable, siendo característica la presencia de arenillas.

Según Sierra (2011), la capacidad que tiene del material suspendido en agua para bloquear el paso de la luz. La turbidez generalmente suele ser causada por la presencia de arcillas, arenas, etc., de origen inorgánico. También es provocada por la erosión hasta formar una alta concentración de materia orgánica, como: microorganismos como por ejemplo lodo, limo, etc., además; la turbidez inducida por la actividad del hombre.

## Parámetros químicos

Los compuestos químicos presentes en el agua pueden ser de origen industrial o natural y dependiendo de su concentración y de la composición de los minerales que contienen, pueden resultar peligrosos para la salud de los consumidores.

### Arsénico

Vélez et al. (2011) indican que la presencia de iones trazas en aguas subterráneas causa graves problemas para la salud incluso en concentraciones pequeñas de Arsénico (As). Por esta razón, las propiedades del agua apta para consumo humano están descritas en el Decreto 2115 del Ministerio de Salud (2007) y del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, que regulan la calidad del agua potable y sus concentraciones y valores admisibles del parámetro de Arsénico de 0.01 mg/L.

Según la OMS indica que es importante determinar el As, ya que es un elemento extremadamente tóxico. La principal fuente de arsénico en el agua potable es la disolución de minerales y menas de origen natural. Se considera que la concentración del parámetro arsénico en el agua es de 0.01 mg/L, debido a que en la mayoría de los países de América del Sur tienen una alta variación de concentración de arsénico en el agua, siendo permitido un 0.05 mg/L en el agua potable. Por lo tanto, el arsénico se considera una sustancia a la que debe darse una prioridad en el análisis sistemático de las fuentes de agua potable según las Guías para la calidad del agua potable (2005), debido a que la concentración de As debe reducirse hasta alcanzar a 10 µg/L mediante tratamientos convencionales como la coagulación.

Efectos sobre la salud: Los estudios epidemiológicos indican que la exposición humana a compuestos inorgánicos de arsénico se asocia con un mayor riesgo de cáncer a la piel, al pulmón y al hígado fueron reportados luego de consumir agua potable rica en As y en su mayoría han presentado tumores en la piel, principalmente de baja malignidad.

Silva (1969) indica que el arsénico puro no es soluble, pero los compuestos si son solubles. El As es un elemento muy venenoso que en dosis de 5 mg/L o mayores causan la muerte si su número es prolongado.

### **Cadmio**

Según DIGESA indica que es importante la determinación el cadmio después de la exposición porque produce los siguientes efectos: en los riñones, puede causar o provocar cálculos renales, debilitamiento o irritación de los huesos, dolor de estómago, náuseas, vómitos y diarrea; dolor abdominal y muscular.

Según la OMS, el cadmio es uno de los metales más tóxicos y es biopersistente. Además, el nivel establecido de 0.003 mg/L debe cumplir de acuerdo con las Guías para la calidad del agua potable (2005), la concentración de Cd debe reducirse a 0.002 mg/L mediante el tratamiento de coagulación o ablandamiento por precipitación.

### **Cobre**

Según la OMS la cantidad máxima recomendada que puede presentarse en las aguas naturales es de 1.00 ppm. La determinación del cobre es importante, porque la mayor parte del agua superficial y subterránea se utiliza para beber. La presencia de cobre en el agua en grandes cantidades puede hacer que el agua no sea

potable, pero en cantidades que son peligrosas para los humanos y en grandes cantidades puede hacer que el agua no sea potable. Por lo tanto, solo se recomienda de 2 mg/L de cobre en el agua (Arévalo, 2018).

### **Cromo**

Es importante la determinación de cromo en el agua porque puede causar un efecto tóxico sobre la piel generando erupciones, ulceración y perforación crónica, irritación y atrofia de las mucosas, alergias respiratorias y cáncer de bronquios (DIGESA).

La OMS ha fijado el límite recomendado de cromo en el agua potable en 0.05 mg/L, y también se recomienda realizar pruebas del agua potable permitiendo el 0,01 mg/L de cromo en el agua consumida según las Guías para la calidad del agua potable (2005). La concentración de Cr debe reducirse a 0.015 mg/L mediante el tratamiento de coagulación.

El cromo, un parámetro metálico, también se encuentra naturalmente en el agua, suelo y roca. Por otra parte, se agrega el cromo por la consecuencia de los vertidos de las aguas residuales industriales, y en dosis muy altas considerables puede irritar las mucosas de tubo del sistema digestivo, debido a estos efectos es importante su determinación del cromo (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, 2004).

### **Hierro**

Según la OMS, indicó que este elemento se encuentra en cuerpos de agua naturales y está presente en el agua dulce natural en concentraciones de 0.5 a 50 mg/L. Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS (1958) sugieren

que las concentraciones de hierro superiores a 1.0 mg/L afectan notablemente a la potabilidad del agua, y las Normas internacionales de 1963 y 1971 establecen este valor como la concentración máxima permitida. La primera edición de las Guías para la calidad del agua potable (1984) se estableció un valor de referencia o estándar de 0.3 mg/L para el hierro como un valor de compromiso entre su utilización para el tratamiento del agua y las consideraciones relativas a las características organolépticas y en 1983 establecen medidas para prevenir la acumulación excesiva de hierro en el organismo a un valor de 2 mg/L, así como la presencia de hierro mancha en la ropa lavada y los aparatos sanitarios de la fontanería a una concentración superior a 0.3 mg/L.

Vélez et al. (2011) indica que el agua subterránea anaeróbica puede contener concentración de hierro tan bajas hasta varios miligramos por litro sin cambiar de color o apariencia. Además, no se produce turbidez cuando se bombea directamente desde un pozo. El agua con un bajo contenido de hierro generalmente no tiene un sabor notable de 0,3 mg/L y puede causar turbidez o decoloración. No recomienda a ningún valor como valor referencial basado en los efectos del hierro en la salud.

### **Manganeso**

Las Normas internacionales para el agua potable de la OMS (1958), indicaron que las concentraciones de manganeso superiores a 0.5 mg/L afectan significativamente a la potabilidad del agua, y por estas razones las normas internacionales de 1963 y 1971 consideraron este valor como la concentración máxima permisible.

Según la Guía para calidad del agua potable, la presencia de manganeso en los sistemas de abastecimiento de agua en concentraciones superiores a 0.1 mg/L

provoca un sabor no deseado en las bebidas, manchas en la ropa lavada y en los equipos de aparatos sanitarios, las concentraciones recomendadas de Mn debe ser inferiores a 0.1 mg/L, que es generalmente aceptado por los consumidores, por lo que de acuerdo en las Guías para la calidad del agua potable (2005) recomienda reducir la concentración de Mn a 0.05 mg/L mediante el tratamiento de oxidación y filtración.

### **Mercurio**

El mercurio inorgánico se encuentra comúnmente en aguas superficiales y subterráneas en concentraciones generalmente inferiores a 0.5 µg/L, aunque pueden ocurrir concentraciones más altas en las aguas subterráneas debido a la presencia en la zona de yacimientos minerales de mercurio y según en las Guías para la calidad del agua potable (2005), que las concentraciones de Hg deben reducirse por debajo de 1 µg/L mediante el tratamiento con carbón activado en polvo (CAP) o mediante los métodos como la coagulación - sedimentación - filtración o el intercambio iónico en aguas que no estén muy contaminadas con mercurio.

Es un metal natural que tiene una forma química diferente. El valor establecido por la OMS es 0,006 mg/L, es un comportamiento muy consistente y es aceptado por la mayoría de los países.

### **Níquel**

Según DIGESA la determinación de nivel en el agua es importante, porque su alto consumo tiene consecuencias como: alta probabilidad de sufrir cáncer de pulmón, de nariz, de garganta o próstata, así como también causa náuseas, mareos e incluso embolia pulmonar, dificultades respiratorias tras la exposición al gas

níquel y posibles malformaciones congénitas, asma y bronquitis crónica; reacciones alérgicas como erupciones en la piel o problemas cardiacos del corazón.

La OMS señala que el Ni es el oligoelemento más dañino y potencialmente peligroso para la salud consumido en el agua. La principal entrada al cuerpo es a través del consumo de vegetales provenientes de suelo contaminado y la inhalación de vapores de níquel. Según las Guías para la calidad del agua potable (2005), la concentración de Ni debe reducirse a 20 µg/L (microgramo de Ni por litro de agua) mediante tratamientos convencionales como la coagulación.

El consumo de níquel en pequeñas cantidades es esencial para la vida, pero en grandes cantidades puede resultar peligroso para la salud humana. El contenido de níquel en el agua potable debe ser generalmente inferior a 0.02 mg/L (Vélez, et al., 2011).

### **Parámetros biológicos**

Lozano (2015) indica que existen microorganismos patógenos o inofensivos en el agua de lluvia causados por la naturaleza, y las actividades humanas en la contaminación del suelo.

Al respecto, de acuerdo a sus lineamientos de la OMS para la calidad del agua potable en el Perú (2004) señala que las enfermedades infecciosas se transmiten principalmente a través de las heces humanas y animales. Por tanto, si el agua utilizada para la preparación de alimentos y beber está contaminada, puede provocar enfermedades infecciosas gastro intestinales causadas por bacterias, virus, protozoos y patógenos afectando en personas de mayor edad y niños.

## **Coliformes totales**

Según la DIGESA, la determinación del número de coliformes totales en el agua se debe a la ineficiencia del tratamiento y potabilización del agua potable, así como a la falta de protección de las áreas de captación y de las redes de distribución de agua. Si se ingiere puede ocasionarse gastroenteritis, infección por el contacto de la piel, ojos y oído.

Los microorganismos se encuentran comúnmente en el suelo y la vegetación convirtiéndose que son indicadores de contaminación fecal. Por ello debemos analizar nuestro abastecimiento de agua para detectar bacterias coliformes, que son indicadores de contaminación microbiana.

## **Coliformes fecales o termotolerantes**

Según DIGESA es importante determinar coliformes fecales en el agua, porque al contacto directo con heridas, mucosas de ojos y oídos los puede infectar. Si se ingiere causa gastroenteritis aguda.

Los coliformes fecales o termotolerantes, son resistentes al calor, ya que algunos de ellos no son de origen fecal.

## **Escherichia Coli**

Según la DIGESA la importancia de su determinación se debe a que al ser ingerido puede causar gastroenteritis, diarrea severa y vómitos intensos y deshidratación, todos los cuales suelen ser fatales si no se tratan adecuadamente. La Escherichia Coli es un tipo de coliforme fecal, que son fáciles de detectar, pero son más resistentes a los desinfectantes.

### **2.2.7 Calidad del agua subterránea**

Los autores Collazo y Montaña (2012) señalan que la calidad del agua subterránea depende del conocimiento sobre su composición y la influencia de los efectos de sus componentes, todos sus componentes se conjugan para permitir la especificación o establecer estándares de calidad del agua y clasificándola según límites establecidos y convertirla en agua potable apta para el consumo humano.

Los autores Gómez y Gallo (2021) afirman que la calidad del agua subterránea se acepta de acuerdo a las necesidades de la población, por ejemplo, cuando se requiere para uso doméstico, es muy fácil de evaluar su aceptabilidad o rechazo por parte de los consumidores, teniendo en cuenta su sabor y color, del mismo modo, existe el nivel de calidad del agua subterránea está determinado por los siguientes factores:

Nivel de agua de referencia.

Sus propiedades y relación con la litología.

Tasa de velocidad de circulación del agua.

Calidad de la filtración.

Relaciones con otras masas de agua o acuíferos.

Leyes del movimiento y factores hidrodinámicos de sustancias transportadas por agua.

Según Vélez (1999) el agua subterránea es generalmente excelente y es tan importante como la cantidad, es importante determinar las propiedades fisicoquímicas y bacteriológicas del agua, es esencial para conocer su potencial uso como agua potable o para otros fines. Adicionalmente, se requieren análisis

fisicoquímicos y bacteriológicos del agua para determinar la calidad del agua y el nivel de tratamiento requerido.

### 2.2.8 *Los usos y demandas*

De acuerdo a Montaner (1998) uno de los aspectos que afecta el correcto uso del agua es la falta registro hídrico, estadísticas sistemáticas sobre su consumo y la demanda del agua. La insuficiente información sobre el consumo de agua, genera incertidumbre el desarrollo y crecimiento según las necesidades de la población, por lo que es difícil de predecir necesidades futuras y el resultado final en la realidad.

#### a) Agua para el consumo

Las propiedades del agua apta para el consumo humano consideran o definen por el Reglamento 2115 del Ministerio de Salud (2007) de Ministerio de Seguridad Social y por el Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y desarrollo Territorial, que los valores permisibles de las propiedades fisicoquímicas y organolépticos del agua potable.

**Tabla 3**

*Valores admisibles el agua potable*

Características	Elementos	Valor admisible mg/L
Aluminio	Al	0,2
Antimonio	Sb	0,005
Arsénico	As	0,01

Bario	Ba	0,5
Boro	Br	0,3
Cadmio	Cd	0,003
Cianuro libre y disociable	CN	0,05
Cobre	Cu	1,0
Mercurio	Hg	0,001
Níquel	Ni	0,02
Plomo	Pb	0,01
Selenio	Se	0,01

---

Nota. Tomado de Vélez (2011)

### 2.2.9 *Ventajas del agua subterránea*

De acuerdo a Ordoñez (2011) las principales ventajas del agua subterránea tenemos los siguientes:

- Caudal constante en función de su origen.
- Protección natural.
- Distribución espacial de las capas de gua.
- Está cerca del casco urbano.
- Posible acceso al agua.
- Bajos costos de explotación.
- En su mayoría de buena calidad.

### **2.2.10 Medición de caudal o Aforo**

Consiste en determinar el tiempo necesario para llenar un recipiente con un volumen de agua conocido (Basán, 2008).

De acuerdo a Kennedy et al. (1992) el aforo de flujo o caudal de agua en la salida de captación, se mide considerando para los caudales pequeños aproximado con un caudal de unos 3 litros por segundo, y se puede utilizar un canal o corriente de flujo de agua hacia un recipiente determinado, por lo tanto, el caudal se calcula dividiendo el volumen conocido del recipiente por el tiempo de llenado.

$$Q = \text{Volumen} / \text{Tiempo}$$

Donde:

Q = Caudal (L/s),

V = Volúmen del recipiente (L),

T = Tiempo de llenado. (s).

### **2.2.11 Agua potable**

Según Iagua (2022), el agua potable luego de un tratamiento adecuado en plantas potabilizadores es apta para el consumo humano y por lo tanto segura para el consumo humano sin que exista sin ningún riesgo para la salud, el agua es limpia, clara, inodora e insípida y no contiene impurezas, y todos debemos tener acceso al agua potable limpia y segura de buena calidad.

### 2.2.12 Límites máximos permisibles

De acuerdo a la DIGESA (2015) los Límites Máximos Permisibles (LMP), son valores aceptables para los parámetros representativos de la calidad del agua como se puede ver en el anexo 6.

### 2.3. Definición de términos

- Agua subterránea: “Las aguas subterráneas son vastos lagos cavernas, que fluye de un lago a otro a lo largo de ríos subterráneos”. (Price, 2003, p. 3)
- Agua cruda: “agua que se produce o encuentra en la naturaleza, se captada para abastecimiento y que no ha sido sometida a ningún proceso de tratamiento para modificar sus propiedades: físicas, químicas o microbiológicas”. (Reglamento de calidad de agua, 2015, p. 9)
- Calidad del agua: “La calidad de un recurso hídrico está determinada por su uso, el cual a su vez está determinado por los diversos parámetros que caracterizan su calidad”. (Sierra, 2011, p. 117)
- Agua para consumo humano: “Agua apta para todos los usos domésticos normales, incluido el consumo humano y la higiene personal.” (Reglamento de calidad de agua, 2015, p. 10)
- Abastecimiento urbano: “El uso domiciliario de agua per cápita se define como la cantidad de agua que requiere una persona para satisfacer sus necesidades de consumo diario, ya sea para limpieza, aseo, etc.” (López et al., 2009, p. 63)

- Agua Potable: “Es el agua cuyas propiedades físicas, químicas y microbiológicas que ha sido tratada a fin de garantizar su aptitud para el consumo humano.” (Reglamento de calidad de agua, 2015, p. 10)
- Manantial: “Son de tipo accidentado y concentrado que surge de las rocas y se concentra en las áreas de drenaje de aguas subterráneas. También emerge horizontalmente y sube a la superficie.” (OPS/CEPIS, 2004, p. 9)
- LMP: “Límites Máximos Permisibles” (DIGESA, 2015)

## 2.4. Hipótesis

Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea se encuentran por debajo de los valores LMP para el consumo de la población de zona Urbana de Chequio – Independencia – Huaraz - Áncash.

## 2.5. Variables

### 2.5.1. *Variable independiente*

Parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea.

### 2.5.2. *Variable dependiente*

Calidad del agua.

### 2.5.3. *Indicadores*

#### Tabla 4

*Indicador de variable independiente*

Indicador
-----------

---

**Parámetros Fisicoquímicos**

Color

Conductividad

Turbiedad

Arsénico (As)

Cadmio (Cd)

Cobre (Cu)

Cromo (Cr)

Hierro (Fe)

Manganeso (Mn)

Mercurio (Hg)

Níquel (Ni)

**Parámetros Biológicos**

Coliformes Totales

Coliformes Fecales

Escherichia Coli (E. Coli)

---

**Tabla 5**

*Indicadores de variable dependiente*

---

Indicador
No genera efectos a la salud
No hay olor ni color

---

## 2.5.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<u>Variable independiente</u>  Parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea.	<u>Fisicoquímicas</u> : Debido a su composición química y a las influencias naturales externas, el agua subterránea natural tiene diferentes propiedades físicas y químicas: color, turbidez, sabor, temperatura, conductividad eléctrica. dureza, etc., y las cantidades de material mineral y orgánicas que se encuentran en el agua, los cuales pueden afectar su calidad. (Instituto Geológico y Minero de España, 2021).	Parámetros fisicoquímicos de la calidad del agua.	Propiedades físicas.  Propiedades químicas.	Color Conductividad Turbiedad As Cd Cu Cr Fe Mn Hg Ni
	<u>Biológicos</u> : “La presencia de los microorganismos patógenos indican contaminación del agua en el consumo humano”. (DIGESA, 2011).	Indicadores cualitativos de contaminación de calidad del agua por microorganismo patógenos.	Biológicos.	Coliformes Totales Coliformes Fecales Escherichia Coli No hay efectos en la salud No hay olor ni color
<u>Variable dependiente</u>  Calidad del agua.	Se define la calidad del agua apta para el consumo humano. (DIGESA, 2011).	Calidad del agua: apto para el consumo humano.	Consumo humano.	

## Capítulo III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación

##### **Aplicada**

Porque trata determinar la calidad fisicoquímica y biológica del agua subterránea que consume la población de la zona urbana de Chequio.

En base a la investigación se formula problema y los objetivos para relacionar las variables de investigación, acogiendo datos reales en la búsqueda de nuevos resultados con el fin de resolver los problemas de la salud pública de la población.

##### *3.1.1. Nivel de investigación*

En cuanto el nivel de profundidad de la investigación, tenemos lo siguiente.

##### **Descriptivo**

Porque se realizará la recolección, lectura y análisis de las propiedades o características de los parámetros del agua subterránea. Definen y miden variables y las caracterizan, así como al fenómeno o planteamiento referido (Arias, 2016).

##### **Explicativo**

Porque se va responder los resultados de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea de acuerdo a los valores LMP. Están dirigidos a responder por las causas de los eventos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018)

### 3.2. Diseño de investigación

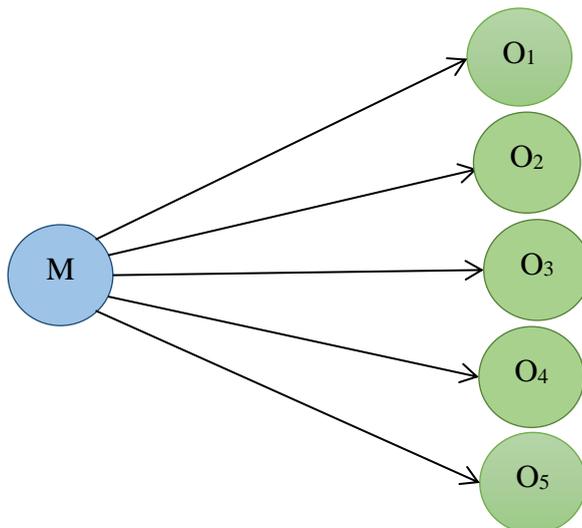
**No experimental**

**Longitudinal**

El diseño de investigación es no experimental de tipo longitudinal ya que se tomó 05 muestras de un mismo punto de la fuente de captación subterránea durante las épocas de estiaje y lluviosa.

**Figura 3**

*Diseño de investigación*



Donde:

M: Muestra de agua subterránea.

O: Resultados de la muestra.

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1. Población

La población estuvo constituida por la fuente de captación de agua subterránea de Caururo, distrito de Independencia, provincia de Huaraz – Áncash.

#### 3.3.2. Muestra

Se tomo 05 muestras puntuales de agua subterránea en tiempo de invierno y estiaje para el análisis en el laboratorio.

#### 3.3.3. Tipos de muestreo

El tipo de muestreo es no probabilístico, el elemento de selección no depende de la probabilidad, sino de razones relacionadas con las características del estudio o los objetivos del investigador. El procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende más del proceso de toma de decisiones del investigador (Hernández et al., 2014).

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1. Técnicas e instrumentos para Investigación de Campo

**Tabla 6**

*Técnicas e instrumentos de campo*

Técnicas	Instrumentos
Observación directa	Cuadernos de campo

Toma de muestra	Frascos de plástico y vidrio de color ámbar
Aforo volumétrico	Cronometro

Consiste en la toma de una muestra de agua subterránea (agua cruda) para su análisis en el Laboratorio de Calidad Ambiental de la UNASAM mediante determinadas técnicas o métodos analíticos utilizados en el laboratorio.

Los métodos de análisis de prueba son establecidos y utilizados para medir los contaminantes o parámetros del agua y debe estar aprobados para el agua subterránea (EPA, 2023).

### 3.4.2. *Técnicas e instrumentos para investigación documental*

**Tabla 7**

*Técnicas e instrumentos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
	✓ Procesador de textos.
✓ Artículos.	✓ Computador.
✓ Tesis.	✓ Celular.
✓ Libros.	✓ Hojas de cálculo.
✓ Internet.	✓ Memoria USB.
	✓ Disco externo.

*Nota.* Técnicas e instrumentos de investigación.

### 3.4.3. Los métodos de análisis utilizados en el laboratorio

Consiste realizar los métodos de análisis utilizados para cuantificar los parámetros fisicoquímicos y biológicos de la calidad de agua subterránea.

**Tabla 8**

*Los métodos del análisis según laboratorio de calidad ambiental de FCAM - UNASAM*

<b>Parámetros</b>	<b>Unid</b>	<b>Métodos de Análisis</b>
<b>Análisis Fisicoquímicos</b>		
Color	TCU	E. Merck 015
Conductividad	Us.CM <sup>-1</sup>	APHA 2510 b -Versión 2017
Turbiedad	UNT	APA 2130B
<b>Metales totales</b>		
Arsénico	mg/L As	DNI – 38 405
Cadmio	mg/L Cd	Derive de catión
Cobre	mg/L Cu	Cuprizona
Cromo	mg/L Cr	Difenilcarbazida
Hierro	mg/L Fe	Triazina
Manganeso	mg/L Mn	Formaldixina
Mercurio	mg/L Hg	Cetone de Michler

---

Níquel	mg/L Ni	Dimetilglioxina
--------	---------	-----------------

**Análisis Biológicos**

Coliformes totales	UFC/mL	APHA 9222 B
--------------------	--------	-------------

Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/mL	APHA 9222 D
--------------------------------------	--------	-------------

Escherichia Coli	UFC/mL	APHA 9222 A
------------------	--------	-------------

---

Fuente: Laboratorio de calidad ambiental – UNASAM.

### 3.5. Plan de procesamiento y análisis de datos

#### *Procedimiento*

- a) La muestra recolectada ha sido tomada por 05 veces en época de estiaje (verano) y lluvia (invierno) de un volumen de botella (frasco) de plástico de 1 litro para determinación de parámetros fisicoquímicos para el análisis en el laboratorio y volumen de botella de vidrio (color ámbar) de 1/2 litro para determinación de los parámetros biológicos del agua subterránea de calidad de fuente de captación denominada Caururo de la localidad, se procedió de la siguiente manera.

Primero

Se realizó los siguientes trabajos de identificación en campo mediante el apoyo de un miembro de la JASS quien se encargó de facilitar las llaves de las tapas metálicas de la captación con finalidad de identificar las

condiciones de punto de muestreo en la fuente de agua subterránea para su posterior toma, que se ubica en la localidad de Caururo.

#### Segundo

Para el análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos de la investigación, se hizo la caracterización de aguas subterráneas cruda natural, en épocas de invierno y verano. Además, se recopiló información existente del padrón de usuarios de la JASS de saneamiento de la localidad de Chequio.

#### Tercero

Para el análisis de parámetros fisicoquímicos y biológicos de la presente investigación, se realizó toma de muestras de agua subterránea a la salida de la fuente de captación y el aforo de caudal durante la temporada de verano (estiaje).

Toma de muestra I: Se tomó una muestra de agua de la salida de la captación de agua subterránea.

#### Cuarto

Para analizar adecuadamente este estudio, la muestra de agua subterránea se tomó en invierno (lluvia) y el aforo de caudal a la salida de la fuente de captación de muestreo.

Toma de muestra II: A la salida de la captación de agua subterránea.

#### Quinto

Para el análisis pertinente del presente estudio, también se tomó una porción muestra de agua subterránea durante temporada de invierno (lluvia) y el aforo de caudal de la fuente de captación subterránea.

Toma de muestra III: A la salida de la captación de agua subterránea.

Se realizo la toma de muestreo del agua cruda.

Sexto

Para el análisis pertinente del presente estudio, también se tomó una porción muestra de agua subterránea durante temporada de invierno (lluvia) y el aforo de caudal de la fuente de captación subterránea.

Toma de muestra IV: A la salida de la captación de agua subterránea.

Se realizo la toma de muestreo del agua cruda.

Séptimo

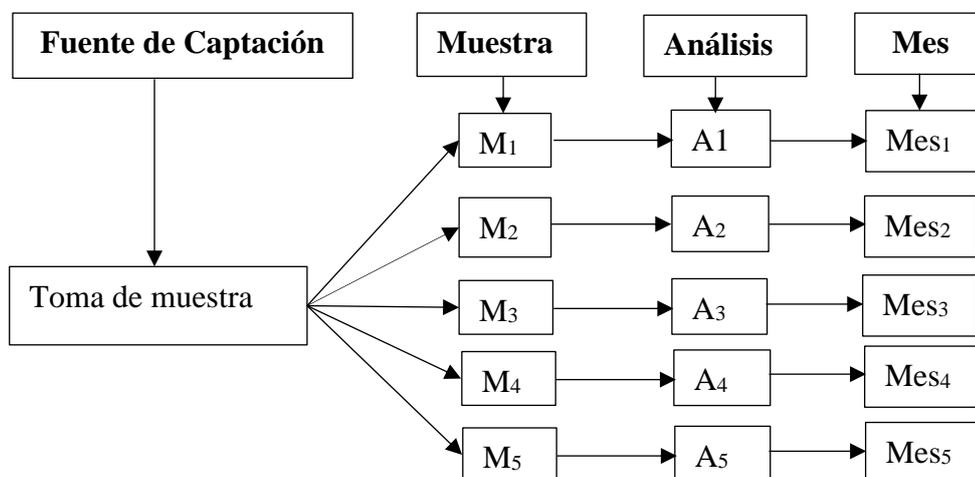
Para el análisis pertinente del presente estudio, también se tomó una porción muestra de agua subterránea durante temporada de invierno (lluvia) y el aforo de caudal de la fuente de captación subterránea.

Toma de muestra V: A la salida de la captación de aguas subterráneas.

Se realizo la toma de muestreo del agua cruda.

**Figura 4**

*Esquema de toma de muestra de agua subterránea*



## Figura 5

*Ubicación del punto muestreo de agua subterránea*



- b) Después de los resultados del análisis de Laboratorio, llevar los datos al Microsoft Excel.
- c) Procesamiento de datos en Microsoft Excel.
- d) Se elaboro gráficos estadísticos descriptivos y su interpretación.
- e) La contrastación de hipótesis se aprobó en base a los resultados de los análisis de laboratorio y según valores LMP.

**Tabla 9**

*Punto de muestreo en 05 momentos de la muestra de agua*

Punto de recolección	Muestra	Ubicación	Coordenadas		Fecha	
			Este	Norte	Época de Estiaje	Época de lluvia
	M <sub>1</sub>	Caururo	222860	8949781	02/09/2021	-
Captación subterránea	M <sub>2</sub>	Caururo	222860	8949781	-	09/11/2021
	M <sub>3</sub>	Caururo	222860	8949781	-	02/12/2021
	M <sub>4</sub>	Caururo	222860	8949781	-	23/01/2024
	M <sub>5</sub>	Caururo	222860	8949781	-	01/02/2024

*Nota.* Cuadro de recolección de la toma de muestra.

## Capítulo IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Presentación de Resultados

##### 4.1.1. Resultados de los análisis fisicoquímicos y biológicos

Resultado del análisis de las propiedades fisicoquímicas y biológicas del abastecimiento de aguas subterráneas para consumo de la zona urbano de Chequio, la presente investigación se realizó en el punto de muestreo de la fuente de captación subterránea correspondiente a la época de estiaje e invierno (lluvia).

**Tabla 10**

*Resultados de análisis fisicoquímico y biológico del agua en épocas de estiaje y lluvia*

Parámetros	Unid	Resultados del Laboratorio					DS N.º 031- 2010-SA LMP	Superan a LMP
		Época de						
		estiaje	lluvia					
M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>5</sub>				
<b>Análisis Físicos</b>								
Color	TCU	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	< 0.5	<b>15</b>	
Conductividad	Us.CM <sup>-1</sup>	189.7	189.1	189.2	186.4	184.3	<b>1500</b>	
Turbiedad	UNT	0.11	0.17	0.07	0.16	0.19	<b>5</b>	
<b>Análisis químicos</b>								
Arsénico	mg/L As	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	0.010	
Cadmio	mg/L Cd	0.020	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002	<b>0.003</b>	✓

Cobre	mg/L Cu	0.08	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	<b>2.0</b>	
Cromo	mg/L Cr	0.160	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	<b>0.050</b>	✓
Hierro	mg/L Fe	0.030	0.060	< 0.005	< 0.004	< 0.005	<b>0.3</b>	
Manganeso	mg/L Mn	0.400	< 0.010	< 0.010	< 0.010	< 0.010	<b>0.4</b>	
Mercurio	mg/L Hg	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	< 0.025	<b>0.001</b>	✓
Níquel	mg/L Ni	< 0.02	< 0.02	< 0.09	< 0.08	< 0.07	<b>0.020</b>	✓
<b>Análisis Biológicos</b>								
Coliformes totales	UFC/mL	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<b>0</b>	✓
Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/mL	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<b>0</b>	✓
Escherichia Coli	UFC/mL	< 1	< 1	< 1	< 1	< 1	<b>0</b>	✓

Fuente: Laboratorio Calidad Ambiental - FCAM-UNASAM- diciembre 2021

La Tabla 10 muestra los resultados del análisis de las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua tomada de las muestras correspondientes a la temporada de estiaje (verano) y época de lluvia (invierno) del punto de muestreo de la captación subterránea denominada Caururo, que determino los parámetros o las características del agua subterránea para el estudio de investigación.

De acuerdo con la Tabla 10 de resultados de la muestra M1 tomada en punto de captación de época de estiaje, muestran que los parámetros de calidad del agua se encuentran dentro según la norma del DS N.º 031-2010-SA, excepto del agua subterránea (agua cruda) los parámetros de Cd, Cr y Hg que exceden o superan del valor deseable de los valores límites máximos permitidos por la norma del Reglamento

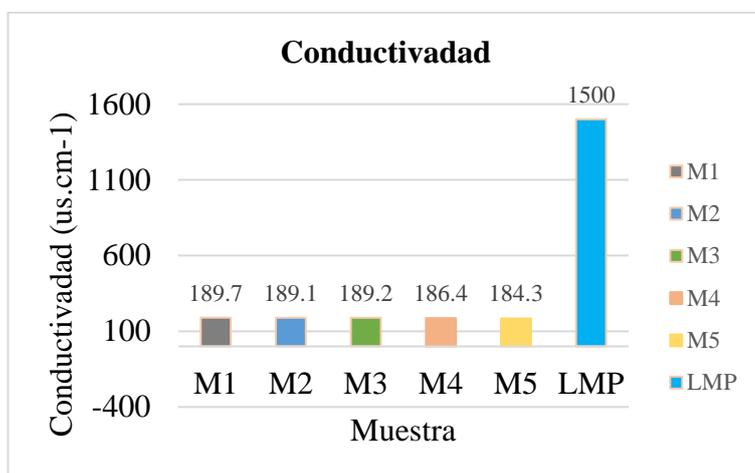
de la Calidad del Agua para el Consumo Humano, esto quiere decir, que el agua no está permitida para consumo humano.

De acuerdo con la Tabla 10 de los resultados del muestreo M2, M3, M4 y M5 en punto de captación en la época de lluvias, sobre los parámetros o características de calidad del agua están dentro de la norma del DS N.º 031-2010-SA, a excepto los parámetros de Hg y Ni del agua subterránea (agua cruda) que excedan del valor deseable de los límites máximos permisibles de acuerdo por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Decreto Supremo Nro. 031-2010-SA), esto significa que el agua subterránea no son aptas para el consumo de población de la localidad de Chequio.

De acuerdo a la Tabla 10 con base en los resultados del muestreo M1 de la temporada de estiaje y los resultados de las muestras M2, M3, M4 y M5 de la época de lluvias, se observó parámetros biológicos: Coliformes totales, Coliformes fecales o termotolerantes y Escherichia Coli son superiores o exceden del valor deseable de límite máximo permisible según la norma del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano (Decreto Supremo Nro. 031-2010-SA), esto quiere decir, que las aguas subterráneas para ser apta de consumo deben ser al menos o mínimo desinfectadas mediante la implementación de instalación del sistema de cloración.

**Figura 6**

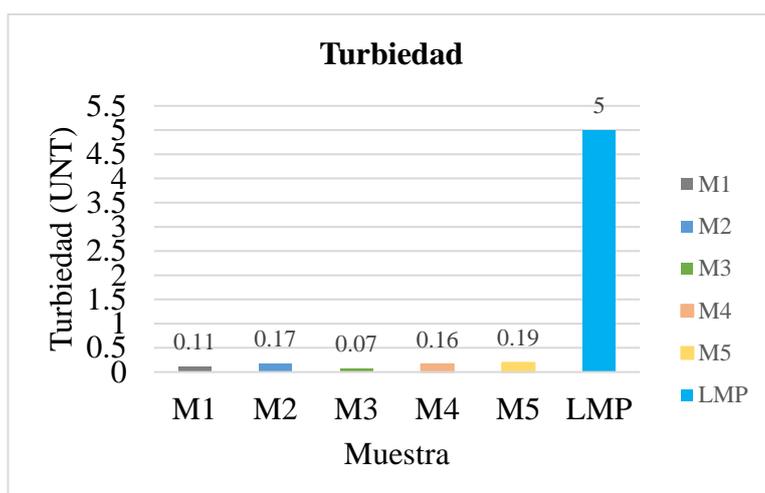
*Resultado de conductividad*



De acuerdo con la Figura 6 presentada, se puede observar que los valores de los parámetros de conductividad son menores o inferiores al valor al límite máximo permisible de calidad del agua.

**Figura 7**

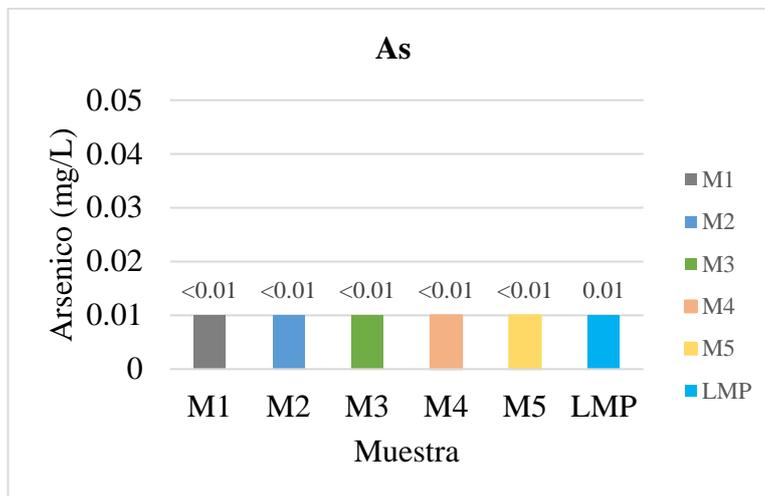
*Resultado de Turbiedad*



De acuerdo con la Figura 7 presentada, se observa que los valores de los parámetros de turbidez están por debajo del límite máximo.

**Figura 8**

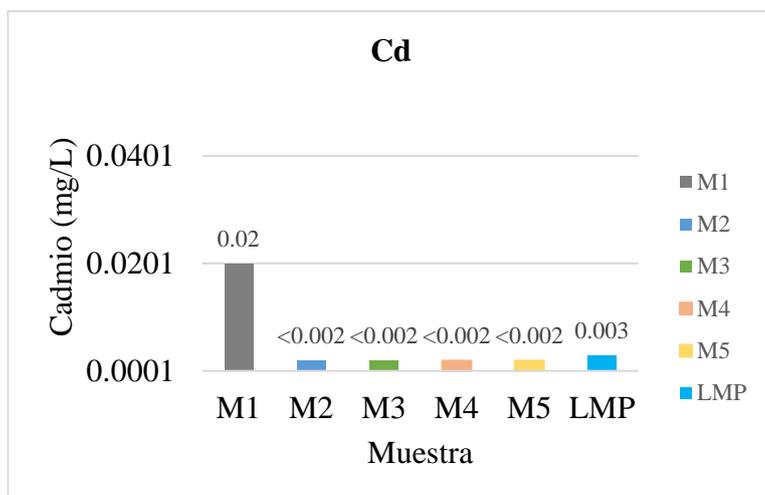
*Resultado de Arsénico*



De acuerdo con la Figura 8 presentada, muestra que los valores de los parámetros de As están por debajo de 0,01 mg/L en comparación con el valor máximo permisible de calidad del agua de 0,01 mg/L.

**Figura 9**

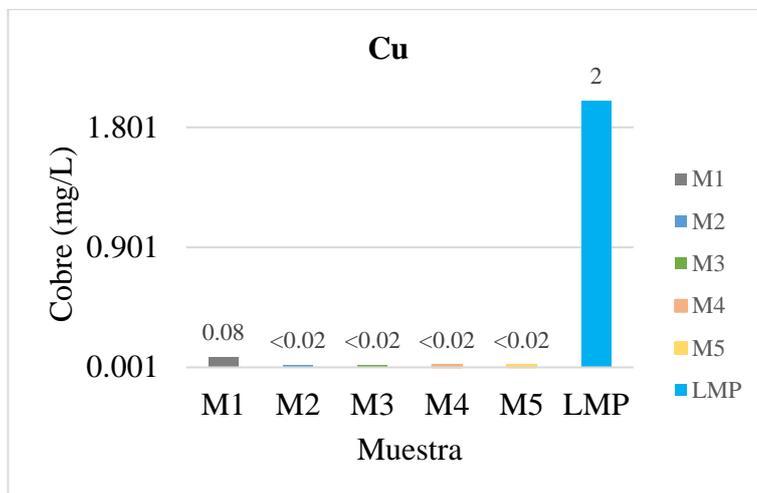
*Resultado de Cadmio*



La figura 9 muestra que en la época de estiaje el valor del parámetro de Cd es de 0.02 mg/L, supera al valor límite máximo permisible de calidad del agua de 0.003 mg/L, y durante la temporada de lluvias, los valores de Cd están por debajo del valor LMP.

**Figura 10**

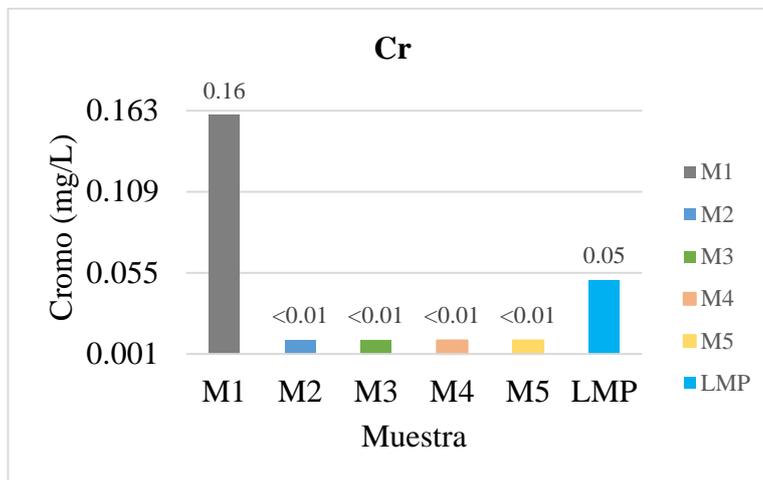
*Resultado de Cobre*



La figura 10 muestra que los valores de los parámetros de Cu están por debajo del límite máximo permitido de calidad del agua de 2 mg/L, lo que significa que el agua subterránea es aceptable para el consumo.

**Figura 11**

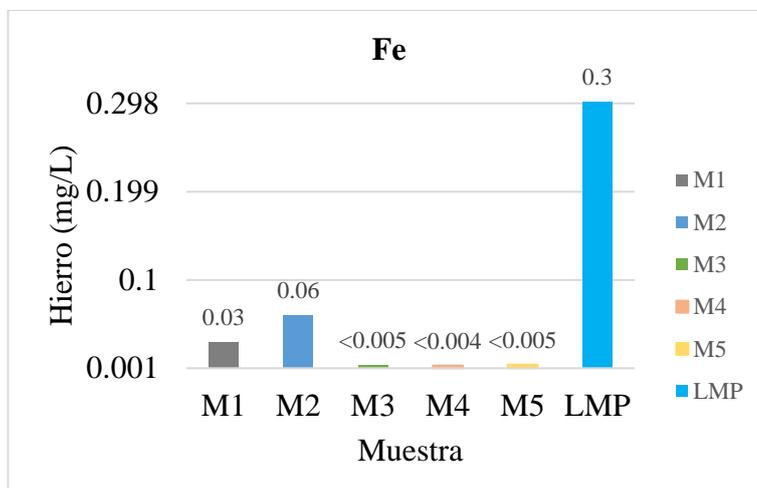
*Resultado de Cromo*



En la figura 11 se puede observar que en época de estiaje el valor del parámetro de Cr es de 0.16 mg/L, lo que supera límite máximo permisible de calidad del agua de 0.05 mg/L, y durante la época de lluvias los valores de Cr están por debajo del valor de 0.01 mg/L de LMP, esto significa que dicha agua no es admisible para ser consumida.

**Figura 12**

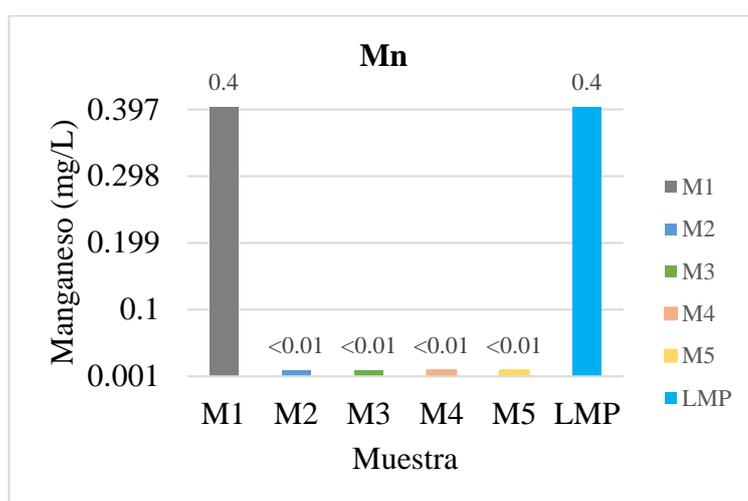
*Resultado de Hierro*



De acuerdo a la figura 12, se puede observar que los valores de los parámetros de Fe están por debajo del límite máximo permisible de calidad del agua de 0.3 mg/L, lo que significa que se permite o dicha agua está permitida para ser consumida.

**Figura 13**

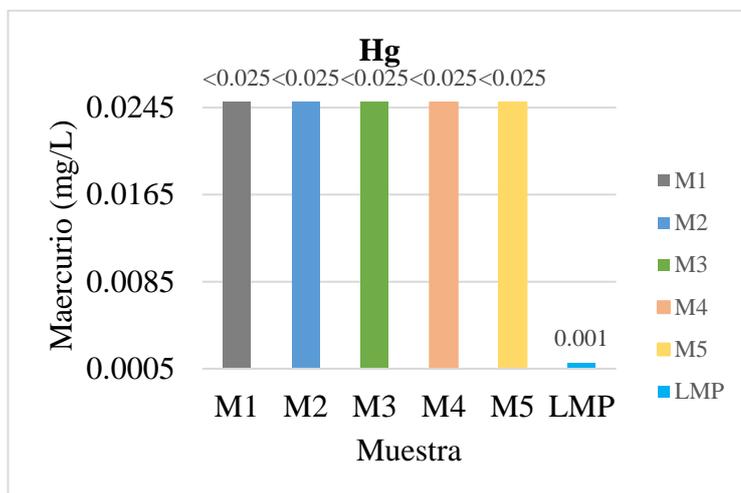
*Resultado de Manganeso*



De acuerdo a la figura 13, se puede ver que, en época de verano el valor del parámetro Mn de 0,4 mg/L corresponde al valor máximo permisible la calidad del agua de 0,4 mg/L, pero en época de lluvia, los valores de Mn están por debajo al valor LMP de calidad del agua, esto significa que esta agua no está permitida o no debe ser consumida por la población.

**Figura 14**

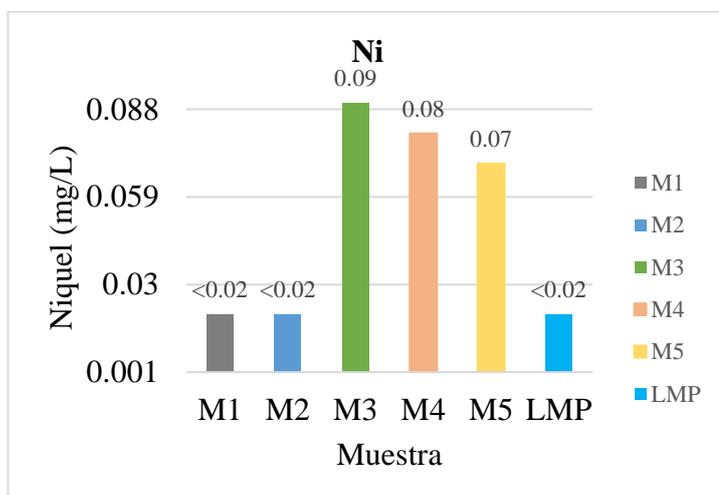
*Resultado de Mercurio*



De acuerdo a la Figura 14, se puede observar que los valores de los parámetros de Hg son mayores o están sobre el valor LMP de 0.001 mg/L de calidad del agua en época de estiaje y lluvia, lo que significa que dicha agua no es viable para ser consumida.

**Figura 15**

*Resultado de Níquel*



De acuerdo a la figura 15, se puede observar el valor del parámetro de Ni es menor a 0.02 mg/L en época de estiaje, mientras que es 0.09 mg/L en época de lluvia, en cuyo caso supera al valor límite máximo permisible de calidad del agua de 0.02mg/L, esto significa que dicha agua no es admisible o no se debe ser consumida.

#### 4.1.2. Resultado de aforo del caudal de la captación subterránea

##### a) Época de estiaje

**Tabla 11**

*Toma de muestra M<sub>1</sub>*

N.º veces	Tiempo (s)	Volumen (L)
01	2.27	4.00
02	2.28	4.00
03	2.24	4.00
04	2.31	4.00
05	2.26	4.00
Prom.	2.27	4.00

Caudal (Q) = Volumen (L)/tiempo (s)

$$Q = 4.00 \text{ L} / 2.27 \text{ s}$$

$$Q = 1.761 \text{ L/s}$$

##### b) Época de Lluvia

**Tabla 12***Toma de muestra M<sub>2</sub>*

<b>N.º veces</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
01	2.22	4.00
02	2.19	4.00
03	2.17	4.00
04	2.2	4.00
05	2.18	4.00
Prom.	2.19	4.00

$$Q = 4.00 \text{ L} / 2.19 \text{ s}$$

$$Q = 1.825 \text{ L/s}$$

**Tabla 13***Toma de muestra M<sub>3</sub>*

<b>N.º veces</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
01	2.05	4.00
02	2.12	4.00
03	2.08	4.00
04	2.06	4.00
05	2.1	4.00
Prom.	2.08	4.00

$$Q = 4.00 \text{ L} / 2.08 \text{ s}$$

$$Q = 1.921 \text{ L/s}$$

**Tabla 14***Toma de muestra M<sub>4</sub>*

<b>N.º veces</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
01	1.92	4.00
02	1.97	4.00
03	1.94	4.00
04	1.98	4.00
05	1.95	4.00
Prom.	1.95	4.00

$$Q = 4.00 \text{ L} / 1.95 \text{ s}$$

$$Q = 2.049 \text{ L/s}$$

**Tabla 15***Toma de muestra M<sub>5</sub>*

<b>N.º veces</b>	<b>Tiempo (s)</b>	<b>Volumen (m<sup>3</sup>)</b>
01	1.98	4.00
02	1.94	4.00
03	1.99	4.00
04	2.01	4.00
05	1.96	4.00
Prom.	2.01	4.00

$$Q = 4.00 \text{ L} / 2.01 \text{ s}$$

$$Q = 2.024 \text{ L/s}$$

Por lo tanto, el caudal de la fuente de captación o el flujo subterráneo se determinó en función de la época estiaje.

$$Q_f = 1.761 \text{ L/s}$$

Determinación de caudal de diseño del sistema de agua potable, según el Anexo 4: Lista del padrón de los usuarios de la JASS de la localidad de Chequio.

Población actual

$$P_a = 653 \text{ hab.}$$

Número de viviendas

$$\#viv. = 265 \text{ viv.}$$

Densidad poblacional

$$Dend. = 2.46 \text{ hab./conex.}$$

Tasa de crecimiento

$$\%r = 1.60 \%; \text{ Fuente: Segun el INEI, p.17}$$

Dotación

$$Dot. = 80 \text{ l/hab.*dia}$$

Coefficiente de variación diaria

$$K_1 = 1.3$$

Coeficiente de variación horaria

$$K2 = 2$$

% de perdida

$$\% \text{ per.} = 20\%$$

Cálculo de población futura

$$Pf = 353 \text{ hab.}$$

Cálculo del caudal promedio

$$Qp = \text{Demanda} / (1 - \% \text{perd.})$$

$$Qp = 1.114 \text{ L/s}$$

Cálculo del caudal máximo diario

$$Q_{\text{max.d}} = k1 * Qp$$

$$Q_{\text{max.d}} = 1.448 \text{ L/s}$$

Cálculo del caudal máximo diario

$$Q_{\text{max.h}} = k2 * Qp$$

$$Q_{\text{max.h}} = 2.227 \text{ L/s}$$

**Tabla 16***Resumen de cálculo de diseño del sistema de agua potable*

Resumen de criterio de diseño – Agua potable				
	Año	Año		
Diseño de componentes hidráulicos	"0"	"20"	Recomendado	
Caudal de diseño en la captación	1.10	1.45	1.45	L/s
Caudal de diseño en la línea de conducción	1.10	1.45	1.45	L/s
Volumen de almacenamiento	24.00	30.00	30.00	m <sup>3</sup>
Caudal de diseño en la línea de aducción	1.69	2.23		L/s
Caudal de diseño en la línea de distribución	1.69	2.23		L/s

*Nota.* Cálculos Fuente: el RM. N°192- 2018 - MVCS

Según el cálculo, el caudal máximo diario ( $Q_{\text{máx.}}$ ) de la línea conducción es menor que el caudal de la fuente de captación subterránea ( $Q_f$ ). Por lo tanto:

$$Q_f \gg Q_{\text{máx.}}$$

El caudal de fuente de captación subterránea es suficiente para abastecer o suministra a la población de la zona urbano de Chequio, además existen áreas de la napa freática más disponibles para aprovechar el agua.

#### **4.1.3. Propuesta técnica para que el agua subterránea sea agua potable**

De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis del laboratorio se puede observar en el Tabla 10, los parámetros de Cr, Cd, Hg y Ni superan los valores

deseables de LMP según la norma del DS N° 031-2010-SA, esto significa que el agua subterránea no es apta para el consumo de la población, debido que son dañinos para la salud de los consumidores.

Por esta razón es necesario realizar una propuesta para que el agua sea potable para el consumo de la población de Chequio mediante la implementación de una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) Convencional conformado la distribución por los siguientes componentes:

**Cámara de llegada:** Es la cámara de llegada del agua, en esta zona se reduce la velocidad que trae el agua a través de la conducción y entrada de agua.

**Canaleta Parshall:** Es para determinar el caudal de agua.

**Coagulación:** Son sustancias coagulantes que se agrega al agua con finalidad de formar una materia de consistencia gelatinosa denominada “floc” con el fin de promover y acelerar la sedimentación. Las principales sustancias coagulantes son:

Cloruro férrico.

Sulfato férrico.

Sulfato ferroso

Sulfato de aluminio.

**Floculación:** Este proceso es muy importante para que, con una agitación lenta y prolongada, el floc crezca y se haga pesada.

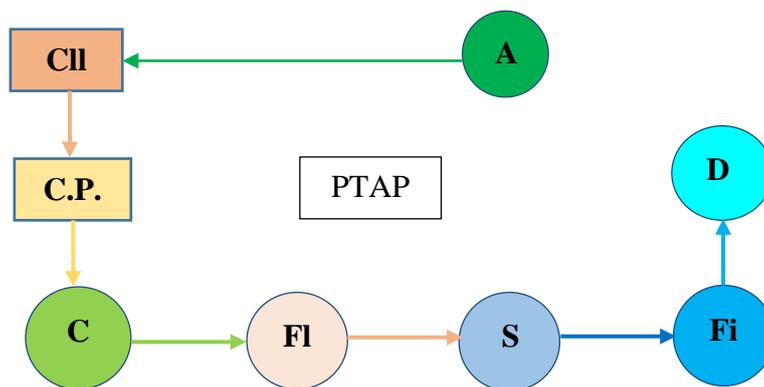
**Sedimentación:** El agua que llega en sedimentador, tiene una mezcla de partículas de diferentes tamaños y pesos específicos. Con la sedimentación se trata de remover todas las partículas de un diámetro igual o mayor a un diámetro. Este tipo de proceso de tratamiento se realiza en la clarificación de aguas, como el intermedio entre la coagulación – floculación y la filtración (Vargas, 2004).

Filtración: El objetivo de filtración es retener partículas que no pudieron removerse por medio de la sedimentación con coagulantes, que consiste hacer pasar el caudal a través de un lecho poroso de material granular.

Desinfección: Desde el punto de vista sanitario, está la etapa más importante de una planta de tratamiento de agua potable, que se realiza la desinfección del agua con cloro u otros compuestos.

**Figura 16**

*Distribución de componentes de la PTAP convencional*



Donde:

A: Agua subterránea

CII: Cámara de llegada

C.P.: Canaleta Parshall

C: Coagulación

Fl: Floculación

S: Sedimentación

Fi: Filtración

D: Desinfección

## 4.2. Prueba de hipótesis

Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea se encuentran por debajo de los valores LMP para el consumo de la población de zona Urbano de Chequio – Independencia – Huaraz - Áncash.

### Hipótesis estadística

H0: Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea no se encuentran por debajo de los valores LMP para el consumo de la población de zona Urbano de Chequio – Independencia – Huaraz - Áncash.

Ha: Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea se encuentran por debajo de los valores LMP para el consumo de la población de zona Urbano de Chequio – Independencia – Huaraz - Áncash.

### Conclusión

En conclusión, como se puede ver en la tabla 10, la concentración de los parámetros Cd, Cr, Hg y Ni superan los valores LMP, por esta razón no se acepta la hipótesis de la investigación.

## 4.3. Discusión

La presente investigación se planteó como objetivo general determinar la calidad fisicoquímica y biológica del agua subterránea que consume la población de la zona urbana de Chequio - Independencia - Huaraz – Áncash - 2021; de acuerdo con el resultado conseguido de análisis del laboratorio y al realizar la comparación con valores de calidad del agua según la noma DS N° 031-2010-SA, resultando de mayor concentración de los parámetros Cd, Cr y Hg tomadas de la muestra M1 en época de

estiaje. También el resultado de mayor concentración de los parámetros Hg y Ni al realizar la comparación con los valores de calidad del agua según la norma DS N° 031-2010-SA tomadas de la muestra M2, M3, M4 y M5 en la época de lluvia, por lo que se confirma que el agua subterránea no es apta para el consumo de la población de la zona urbano de Chequio.

El objetivo específico 1, se plantea determinar los parámetros físicos. De acuerdo a los resultados de los parámetros físicos evaluados, color, conductividad y turbiedad están por debajo de los LMP para la calidad de agua para el consumo humano de acuerdo la norma DS N.º 031-2010-SA de LMP, por lo tanto, se afirma que el agua subterránea es apta para el consumo humano de la población de la zona urbana de Chequio. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Flores (2016) quien indica que están por debajo de los LMP, por lo tanto, se afirma que el agua subterránea es apta para el consumo de la población.

El objetivo específico 2, se plantea determinar los parámetros químicos. Según los resultados que se observa, los parámetros químicos As, Cu, Fe, Mn y Ni están por debajo de LMP de la normatividad de la calidad de agua en época de estiaje, sin embargo, Cd, Cr y Hg superan los LMP de acuerdo a la norma del DS N° 031-2010-SA. Además, en la época de lluvia los parámetros químicos As, Cd, Cu, Cr, Fe y Mn están por debajo de LMP de la calidad del agua, sin embargo, los parámetros de Hg y Ni superan del valor deseable en los LMP de calidad del agua según la norma DS N° 031-2010-SA. Este resultado no concuerda con los hallazgos de Quino et al. (2006), debido que los metales estudiados no provocan ningún tipo de contaminación sobre agua subterránea, por lo tanto, se afirma que el agua subterránea es apta para el consumo humano de la población.

El objetivo específico 3, se plantea determinar los parámetros biológicos. Según los resultados que se observa, los parámetros biológicos tales como: Los Coliformes totales, Coliformes fecales o termotolerantes y la E. Coli no cumplen de acuerdo la noma DS N° 031-2010-SA toma de muestra en la temporada de estiaje, sin embargo, los Coliformes totales  $< 1$  UFC/100ml, Coliformes fecales o termotolerantes  $< 1$  UFC/100 ml y E. Coli  $< 1$  UFC/100ml, que fueron menores a uno (1) tomadas de las muestras en temporada de lluvia. Este resultado concuerda con los hallazgos de Gutiérrez-Araujo et al. (2023), quienes afirman que el agua está contaminada con coliformes totales, coliformes fecales y no son aptos para el consumo humano.

La hipótesis del estudio fue demostrar que los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea se encuentran por debajo de los valores LMP para el consumo de la población de zona Urbana de Chequio – Independencia – Huaraz – Áncash. De acuerdo a los resultados se observa que la concentración de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea no se encuentran por debajo de los valores LMP para el consumo de la población, por lo cual se afirma que el agua subterránea no es apta para el consumo de la población de la zona urbano de Chequio.

Este resultado encontrado en esta investigación no coincide con los hallazgos de Quino et al. (2006), quienes afirman que los parámetros de los metales estudiados no causan ningún tipo de contaminación de las aguas subterráneas, porque los metales pesados no están presentes en altas concentraciones, esto quiere decir, que el agua es apta para el consumo humano.

Los resultados coinciden con los hallazgos de Flores (2016) que, las tomas de muestras indicaron después de la evaluación fisicoquímica y bacteriológica, los coliformes totales, el hierro y los nitratos y los fosfatos superaron los ECA. Por lo

tanto, son aguas muy duras, esto hace que los parámetros que posee el agua subterránea pueden haber factores de riesgo a altas concentraciones para el consumo humano y el otro factor de riesgo es que las aguas subterráneas contengan posibles compuestos derivados de pesticidas usados en la agricultura y filtrado en la época de lluvia y puede producir cáncer, esto quiere decir, que el agua subterránea no es apta para el consumo humano.

Los resultados de análisis de laboratorio no presentan hallazgos con la investigación de Vicuña (2019), quien afirma que los parámetros físicos y químicos cumplen con los LMP de acuerdo a la norma DS N° 031-2010-SA destinadas a la producción de agua potable, sin embargo, los parámetros biológicos son similares con la investigación, que pueden ser potabilizadas con desinfección, por lo tanto, se afirma que el agua subterránea no es apta para el consumo humano porque superan los LMP según la normatividad.

## Conclusiones

Los parámetros fisicoquímicos y biológicos evaluados superan los LMP para la calidad de agua de consumo humano de acuerdo la norma DS N° 031-2010-SA, es decir, el agua subterránea de la captación no es apta para el consumo de la población de Chequio.

Los parámetros físicos evaluados, color, conductividad y turbiedad están por debajo de los LMP para la calidad de agua para el consumo humano de acuerdo la norma DS N.º 031-2010-SA de LMP, es decir, el agua subterránea cumple con la normatividad en estos parámetros.

Los parámetros químicos As, Cu, Fe, Mn y Ni cumplen con la normatividad de la calidad de agua en época de estiaje, sin embargo, Cd, Cr y Hg superan los LMP para la calidad del agua de consumo humano según la norma del DS N° 031-2010-SA. Además, en la época de lluvia los parámetros químicos As, Cd, Cu, Cr, Fe y Mn están por debajo de LMP de la calidad del agua, sin embargo, los parámetros de Hg y Ni superan del valor deseable en los LMP de calidad del agua según la norma DS N° 031-2010-SA, esto significa que el agua subterránea no es apta para el consumo humano en la localidad de Chequio.

Los parámetros biológicos de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia Coli tanto en la época de estiaje como en la época de lluvias en el agua subterránea supera el valor deseable para la calidad del agua según norma DS N° 031-2010-SA, lo que significa que el agua subterránea no es apta para el consumo humano.

Finalmente los resultados del aforo del caudal de agua subterránea, indica que la capacidad de la fuente de captación ( $Q_f$ ) es de 1.761 L/s y el cálculo del caudal de diseño de máximo diario ( $Q_{max.d}$ ) es 1.45 L/s esto quiere decir, que el resultado de  $Q_f > Q_{max.d}$ , por lo tanto, es suficiente el caudal de la fuente subterránea para el aprovechamiento del agua de uso poblacional en las épocas de estiaje, además, existe en la zona un área de gran extensión de napa freática para aprovechar otros puntos de captación del agua.

## Recomendaciones

Se recomienda a la población de la localidad de Chequio, no utilizar la fuente de captación del agua subterránea por no ser apta para el consumo humano; por lo tanto, se debe hacer el tratamiento previo para bajar la concentración de los metales Cd, Cr, Hg y Ni antes de realizar el almacenamiento en el reservorio.

Se recomienda que la fuente de captación subterránea sea monitoreada para determinar la concentración de aquellos parámetros químicos que superan los LMP y otros que no fueron determinados como parte del análisis de la calidad del agua en esta investigación.

Se recomienda a las autoridades de gobierno regional, de la localidad y la JASS para la implementación de una planta de tratamiento convencional para que el agua subterránea sea potable para el consumo de la población.

Se recomienda informar a la población sobre los peligros de la toxicidad de la presencia de los metales de cadmio, cromo, mercurio y níquel en el agua de consumo humano, para evitar su bioacumulación y posibles daños a la salud pública.

Realizar otro punto de captación subterránea para verificar los parámetros del agua y el rendimiento del caudal de la fuente, así mismo implementar un Plan de Educación Sanitaria a los usuarios, autoridades locales y a la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento - JASS para que el agua no sea consumida por la población de la zona urbana de Chequio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigacion*. Episteme. <https://es.slideshare.net/SheilaGalindez1/el-proyectedeinvestigacionfidiasarias7maedic2016pdf-compress>
- Ávila, P., Pablos, J., & Pelayo, C. (2018). *Estudio sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*. [https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO\\_RIOS\\_LAGOS\\_ACUIFEROS.pdf](https://www.cndh.org.mx/sites/all/doc/Informes/Especiales/ESTUDIO_RIOS_LAGOS_ACUIFEROS.pdf)
- Basán, M. (2008). *Aforradores de corrientes de agua*. INTA EEA. [https://www.produccion-animal.com.ar/agua\\_bebida/127-curso\\_aforadores\\_agua.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/agua_bebida/127-curso_aforadores_agua.pdf)
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2004). *Tratamiento de agua para plantas de filtración rápida*. CEPIS. [https://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1\\_tomo1\\_indice.pdf](https://www.ingenieriasanitaria.com.pe/pdf/manual1/tomo1/ma1_tomo1_indice.pdf)
- Chereque, W. (1989). *Hidrología: para estudiantes de ingeniería civil*. PUCP. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/28689>
- Collazo, M., & Montaña, J. (2012). *Manual de agua subterránea*. [https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/manual\\_de\\_agua\\_subterranea-ilovepdf-compressed.pdf](https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/documentos/publicaciones/manual_de_agua_subterranea-ilovepdf-compressed.pdf)
- Comisión nacional del agua. (2017). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento - Captación por medio de pozos profundos*. <https://files.conagua.gob.mx/conagua/mapas/SGAPDS-1-15-Libro8.pdf>
- DIGESA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Ministerio de Salud. [http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento\\_Calidad\\_Agua.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf)

- DIGESA. (s.f.). *Parámetros organolépticos*.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes\\_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf)
- EPA. (2023). *Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos*.  
<https://www.epa.gov/dwanalyticalmethods/drinking-water-alternate-test-procedure-program>
- Flores, J. (2016). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca*. [Tesis de maestría, Universidad de Cajamarca].  
 Repositorio institucional.  
<https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/1298/Tesis%20Maestr%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fuentes, J. (1993). *Aguas subterráneas*.  
[https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd\\_1992\\_01.pdf](https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/hojas/hd_1992_01.pdf)
- Gallo, V., & Gómez, J. (2021). *Guía de hidrología*. Gómez Lora, Jhon Walter.  
<http://isbn.bnp.gob.pe/catalogo.php?mode=detalle&nt=122274>
- Gobierno de España. (2003). *El agua potable*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado:  
[http://mimosa.pntic.mec.es/~vgarci14/agua\\_potable.htm](http://mimosa.pntic.mec.es/~vgarci14/agua_potable.htm)
- Gutiérrez-Araujo, M., Wilson-Krugg, J., & Vásquez-Valles, M. (2023). Calidad bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano en el centro poblado de Virú, Distrito Virú, Perú, 2018. *Revista de Investigación Científica REBIOL*, 43(1), 104-110.  
<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/faccbiol/article/view/5510/5646>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGRAW-HILL.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL.

- Iagua. (2022). *Blog de Agua potable*. <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua-potable>
- IDEAM. (2013). *Toma de muestras de aguas subterráneas*. <http://www.nuevaleislacion.com/files/susc/cdj/conc/M2-SAPc-06.pdf>
- INACAL. (2020). *Informes de ensayo*. Laboratorio de ensayo acreditado por el organismo Inacal - da con registro N° LE-072.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2019). *Estudio nacional del agua 2018*. [https://www.andi.com.co/Uploads/ENA\\_2018-comprimido.pdf](https://www.andi.com.co/Uploads/ENA_2018-comprimido.pdf)
- Instituto Geológico y Minero de España. (2021). *La composición química de las aguas subterráneas*. [https://aguas.igme.es/igme/publica/libro43/pdf/lib43/1\\_1.pdf](https://aguas.igme.es/igme/publica/libro43/pdf/lib43/1_1.pdf)
- Johnson, E. (1975). *El agua subterránea y los pozos*. [https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=22383&shelfbrowse\\_itemnumber=22257](https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=22383&shelfbrowse_itemnumber=22257)
- Kennedy, A., Fragoza, F., Peña, E., & Moreno, J. (1992). *Manual de aforos*. IMTA. [http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/971/IMTA\\_028.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.imta.mx/bitstream/handle/20.500.12013/971/IMTA_028.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- López, G., Fornés, J., Ramos, G., & Villarroya, G. (2009). *Las aguas subterráneas un recurso natural del subsuelo*. <https://www.igme.es/Publicaciones/Consulta/Libro/28835>
- Lozano-Rivas, A., & Lozano, G. (2015). *Potabilización del agua principios de diseño control de procesos y laboratorio*. Universidad Piloto de Colombia. <https://www.andeslibreria.com/libros/ciencias/ingenierias/ingenieria-ambiental/potabilizacion-del-agua-principios-de-diseno-control-de-proc-de-william-antonio-lozano-riva-libro-impreso-9789588537917>
- Mamani, E. (2012). *Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea*. Ministerio de Ambiente.
- Montaner, E. (1998). *libro blanco del agua en España*. Universidad de Murcia.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable*. Vol. 1: Tercera edición.

- ONU. (2003). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. UNESCO-WWAP. <https://www.unesco.org/reports/wwdr/2023/es/download>
- ONU-DAES. (2015). *Decenio Internacional para la Acción "El Agua Fuente de Vida" 2005-2015*. <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Pérez, et al. (2003). *Ingeniería hidráulica en los abastecimientos de agua*. Universidad Politécnica de Valencia. <https://www.udocz.com/apuntes/96075/ingenieria-hidraulica-en-abastecimiento-de-agua>
- Quino, I., Quintanilla, J., García, M., & Cáceres, L. (2006). Determinación de la calidad fisicoquímica de las aguas subterráneas en la región norte y este lago Poopó. *Scielo*, 23(1), 47-52. [http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602006000100010&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.bo/scielo.php?pid=S0250-54602006000100010&script=sci_abstract&tlng=en)
- Sahuquillo, A. (2009). La importancia de las aguas subterráneas. *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 103(1), 97-114. <https://rac.es/ficheros/doc/00923.pdf>
- Sierra, C. (2011). *Calidad del agua*. Ediciones de la U.
- Silva, L. (1969). *Diseño de Plantas de Purificación de aguas*. Sociedad Americana de Ingenieros Civiles.
- Smith, M., Cross, K., Paden, M., & Iwan, P. (2016). *Acuífero: Gestión sostenible de las aguas subterráneas*.
- UNESCO - WWPA. (2015). *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura y Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP)*. <http://www.unesco.org/new/es/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/>
- Urbanas, A. (2018). *Monitoreo de calidad de agua*. (L.-M.-U. München, Editor) <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Vargas, L. (2004). *Manual I: Teoría Tomo I - Tratamiento de agua para consumo humano Plantas de filtración rápida*. OPS/CEPIS/PUB.

- Velez, M. (1999). *Hidraulica de aguas subterranas*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8387>
- Vélez, M.; Ortiz, C.; Vargas, M.;. (2011). *Las aguas subterráneas un enfoque practico*. Universidad Nacional de Colombia. <https://libros.sgc.gov.co/index.php/editorial/catalog/book/76>
- Vicuña, F. (2019). *Evaluación de la calidad del agua potable del sistema de abastecimiento y el grado de satisfacción en la Población de Olleros Huaraz, Periodo 2015-2016*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio institucional. [https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2900/T033\\_17937577\\_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2900/T033_17937577_M.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Werner, J. (1996). *Introduccion a la Hidrología*. Linares. <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1080066373/1080066373.PDF>

## ANEXOS



### Anexo 1: Matriz de consistencia

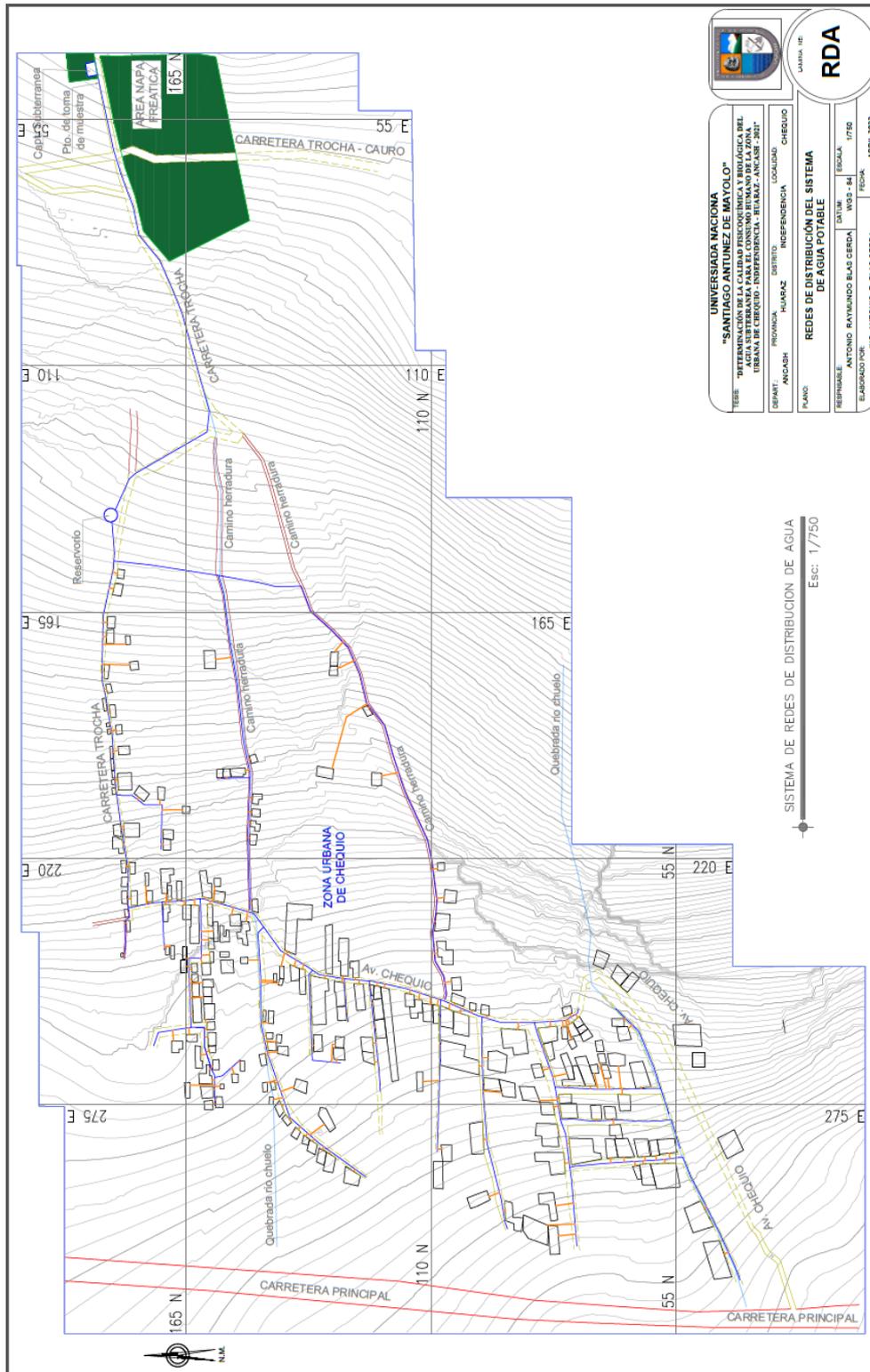
Título: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA – HUARAZ - ÁNCASH – 2021

Problema general	Objetivo General	Hipótesis general	Variables	Indicadores	Metodología
¿Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea estarán dentro de los valores permisibles y apta para el consumo por la población de la zona Urbana de Chequio?	Determinar la calidad fisicoquímica y biológica que consume la población de la zona urbana de Chequio – Independencia – Huaraz.	Los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea están debajo de los valores de LMP para el consumo por la población de la zona Urbana de Chequio.	<p><u>Variable Independiente:</u> Son los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua subterránea</p> <p><u>Variable Dependiente:</u> Calidad del agua.</p>	<p>Color</p> <p>Conductividad</p> <p>Turbidez</p> <p>As</p> <p>Cd</p> <p>Cu</p> <p>Cr</p> <p>Fe</p> <p>Mn</p> <p>Hi</p> <p>Hg</p> <p>No hay efectos en la salud</p> <p>Calidad</p>	<p>Consiste en tomar muestras del agua subterránea en épocas de estiaje e invierno para determinar de análisis de los parámetros físico químicos y biológicos.</p> <p><u>Tipo de investigación:</u></p> <p>✓ Aplicada</p> <p><u>Nivel de investigación:</u></p> <p>✓ Descriptivo - longitudinal</p> <p><u>Población:</u></p> <p>Agua Subterránea denominada Caururo</p> <p><u>Muestra:</u></p> <p>Toma de 05 muestras.</p>

## Operacionalización de variables.

variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
<u>Variable independiente</u>  Parámetros fisicoquímicos y biológicos de agua subterránea.	<u>Fisicoquímicas:</u> Como resultado de su composición química e influencias naturales externas, el agua subterránea natural tiene varias propiedades o características físico - químicas: color, turbidez, sabor, temperatura, conductividad eléctrica. dureza, etc., y las cantidades de material mineral y orgánicas que se encuentran en el agua, los cuales pueden afectar su calidad. (Instituto Geologico y Minero de España, 2021).	Parámetros o características fisicoquímicas de la calidad del agua.	Parámetros físicos.  Parámetros químicos.	Color Conductividad Turbiedad As Cd Cu Cr Fe Mn Hg Ni
	<u>Biológicos:</u> La presencia de los microorganismos patógenos indican contaminación del agua en el consumo humano. (DIGESA, 2011).	Indicadores cualitativos de contaminación de calidad del agua por los microorganismos patógenos.	Biológicos.	Coliformes Totales Coliformes Fecales Escherichia Coli
<u>Variable dependiente</u>  Calidad del agua.	Se define la calidad del agua es apta para el consumo humano. (DIGESA, 2011).	Calidad del agua: Apto para el consumo humano.	Consumo humano.	No hay efectos en la salud No hay olor ni color

## Anexo 2: Plano de Redes De Distribución de Agua



### Anexo 3: Panel de Fotografías

#### FOTOS DE EXCAVACIÓN DE ZANJA EN CAPTACIÓN



*Nota. Excavación de zanja aprox. 3.00 m de profundidad hasta encontrar agua subterránea (2021).*



*Nota. Excavación de zanja en área de afloramiento para salida a gravedad (2021).*



*Nota. Se observa, la salida de agua de la fuente a través de la zanja (2021).*



*Nota. Se observa, la salida del agua a la gravedad (2021).*



*Nota. Se observa, materiales de recolección de muestra cooler, frascos de plástico y ámbar de vidrio y el balde de aforo del caudal de agua (2021).*



*Nota. Se observa, toma de muestra en tiempo de estiaje el punto de captación (2021).*



*Nota. Se observa, toma de muestra en tiempo de invierno del punto de captación (2021).*



*Nota. Se observa, aforo del caudal en tiempo de estiaje en el punto de captación (2021).*

## Anexo 4: Lista del padrón de los usuarios de la JASS de la localidad de Chequio

### PADRON DE LOS USUARIOS DE LA JUNTA ADMISTRADORA DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO (JASS) DE CHEQUIO - 2021

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	ASISTENCIA	N° Hab./Viv.
01	ALBERTO SALAZAR EUGENIA	x	2
02	ALVARADO FLORES VALERIANA MAXIMA	x	4
03	AMEZ TAFUR ANTONIO	x	3
04	ALBERTO ALBINO BETTY FLORMILA	x	2
05	ALBERTO ATANACIO JAIME	x	3
06	ALBERTO DIAZ LEON PEDRO	x	3
07	ALBERTO SALAZAR AGUSTIN	x	2
08	ALBERTO SANTIAGO ELEUTERIO VIAVIANO	x	2
09	ALVARADO FLORES SANTA CLOTILDE	x	2
10	AMELIA VIERA ZAVALA	x	3
11	ANICETO MENDEZ ALFONSO	x	3
12	ANTAURCO GAMARRA FIDENCIA	x	4
13	ANTUNEZ MENACHO JUANA ANDREA	x	2
14	APARICIO CORDOVA ESTEBAN PEDRO	x	4
15	APARICIO SANCHEZ NOLI SIVORI	x	3
16	ASCENCIO GARCIA JHON	x	3
17	ATANACIO FELCIANA	x	2
18	AYALA FALCON ALAIN	x	3
19	BALTAZAR GRANADOS EULALIA	x	4
20	BEDOYA ESCOBEDO LUCIO LEONIDAS	x	4
21	BENANCIO COLONIA SARITA SONIA	x	5
22	BERNUY GOMEZ DOMINGO	x	2
23	CASTRO JAVIER GAMANIEL GAMANIEL	x	1
24	BLAS CERNA ELMER	x	3
25	BRONCANO REYES JORGE FLORENCIO	x	5
26	BUSTAMENTE BUSTAMENTE JUSTINA	x	4
27	BUSTAMENTE RODRIGO ROSA	x	2
28	CABALLERO BEDRIÑA RAUL DANTES	x	3
29	CACERES OSORIO LILIANA JUANA	x	2
30	CACHA MEJIA AGRIPINA	x	2
31	CACHA QUINONES FRANKLIN AUGUSTO	x	2
32	CACHA ROBLES ERASMO DAVID	x	3
33	CADILLO CRUZ MICHEL	x	3
34	CASTILLO ALEJOS ELVIA	x	4
35	CASTRO PASION AGRIPINA	x	2
36	CASTRO RIMAC ZENON	x	3
37	CASTRO SOLIS SANTA	x	2
38	CAUSHI GAMARRA ELIZABETH KAIRINA	x	2
39	CAUSHI GAMARRA NOEMI	x	1
40	CAUTIVO RODRIGUEZ TEODORA	x	2
41	CELMI OROPEZA CATALINA	x	2
42	CHAUCA DIAZ NORMA ANGELICA	x	3
43	CHAVEZ MELENDEZ SAIDA EDITH	x	3
44	CHINCAHAY PALMA ROCIO VIOLETA	x	3
45	CHINCHAY EVARISTO JAN RUBEN	x	3
46	CHINCHAY FRUCTUOSO JOAQUIN	x	3
47	CIRIACO ROSAS ANTONIO	x	3
48	COCHACHIN ELGAREJO FRAYLAN FAUSTINO	x	4
49	CORDOVA DEPAZ PEDRO	x	3
50	CORDOVA SANCHEZ ALFONSO CARLOS	x	2
51	CRUZ BEDON ELDER JARINZON	x	2

**PADRON DE LOS USUARIOS DE LA JUNTA ADMISTRADORA DE SERVICIOS DE  
SANEAMIENTO (JASS) DE CHEQUIO - 2021**

52	CRUZ GAYTAN SEGUNDINA	x	1
53	CRUZ SALVADOR ALBERTOJ	x	2
54	DE CELMI RIGOBERTA DONATILDA	x	3
55	DE LA CRUZ ROJAS ALEJANDRO EUGENIO	x	2
56	DE YAURI YAURI TEODOCIO	x	2
57	DEPAZ DE ALVARON NORMA	x	1
58	DEPAZ DE HUAMAN DOMITILA	x	2
59	DIAZ GUEVARA LUCIANO	x	2
60	EGUSQUIZA VICTORIO EDGAR	x	3
61	ESPIZONA ALBINO LEIDY PILAR	x	3
62	ESQUIVEL MEJIA JULISSA KARLA	x	3
63	FERNANDEZ PALACIOS FERMIN PABLO	x	3
64	FIGUEROA HENOSTROZA CRISTIAN VICTOR	x	2
65	FLORES SALAZAR MAGALY MIRIAM	x	2
66	FLOREZ UGARTE JHETRO MARIANO	x	1
67	GAMARRA DOLRES MARCO	x	2
68	GAMARRA GIRALDO MARCELINA	x	2
69	GAMARRA GIRALDO PELAGIA	x	3
70	GAMARRA HUERTA AQUELINA ANTONIA	x	3
71	GAMARRA MATA WILBER	x	3
72	GAMARRA RAMIREZ ANTONIA	x	2
73	GAMARRA RAMIREZ CANCIO	x	2
74	GAMARRA RAMIREZ CESAREO	x	1
75	GAMARRA VARGAS AGUSTIN ISIDRO	x	2
76	GARAY ANTUNEZ DIANA ELIZABETH	x	2
77	GARAY OBREGON JAIME	x	3
78	GAYTAN ALBRNOZ MERARDO	x	3
79	GAYTAN MEJIA ROSALIA	x	2
80	GOMERO BLACIDO TEODOCIA	x	2
81	GOMEZ COLLAZOS TERESA	x	1
82	GONZALES ALBORNOZ EDGAR MIGER	x	2
83	GONZALES DAMAZO AMELIA	x	2
84	GRAZA CABALLERO RUSSBEL	x	5
85	HENOSTROSZA CHAUCA GERMAN	x	2
86	HERMOSA ALBERTO EDUARDO	x	3
87	HARO ROJAS LENIN GILBERTO	x	3
88	HEREDIA JULCARINA SANTA	x	3
89	HERMOSA ALBERTO CELIA	x	3
90	HERMOSA ALBERTO JULIA ANA	x	2
91	HUANE GARCIA HERNAN PATINO	x	2
92	HUARAC MORENO FELIX MANEL	x	1
93	HUAYANEY ROSALES EMILIO	x	2
94	HUAYANEY SALAZAR DALILA	x	2
95	HUAYANEY SALAZAR EDWIN AMERICO	x	3
96	HUAYANEY JSALAZAR JOSUE	x	4
97	IBÁÑEZ PALMA VICTOR	x	3
98	IBÁÑEZ POLO FELIX JUAN	x	3
99	JACHILLA LAZARO REYNA	x	3
100	JARAILLO TREJO DELFINA	x	2
101	JARAMILLO REYES ALFONSO SILVESTRE	x	2
102	JAVIER BARROSO NORMA ISABEL	x	1
103	JAVIER LEONARDO ROSARIO DEL PILAR	x	2
104	JAVIER MACEDO ALBERTO	x	2

**PADRON DE LOS USUARIOS DE LA JUNTA ADMISTRADORA DE SERVICIOS DE  
SANEAMIENTO (JASS) DE CHEQUIO - 2021**

105	JAVIER MACEDO ELIZABETH	x	3
106	JAVIER SANCHEZ EUGENIO	x	3
107	JULCA ALBERTO ESPERANZA MARGARITA	x	3
108	JULCA ALBERTO JUAN MANUEL	x	3
109	JULCA ALBERTO MARCELINA	x	2
110	JULCA ALBERTO NORMA CLTILDE	x	2
111	JULCA ALBERTO PATROCINIO HUGO	x	1
112	JULCA HENOSTROZA JUAN	x	2
113	JULCA ROSALES JACINTO EULOGIO	x	2
114	JULCA TARAZONA JUANA LIDIA	x	3
115	JUSTINO CABEZAS STALIN JAICO	x	3
116	LAZARO DEPAZ CLAUDIO	x	3
117	LAZARO DEPAZ EUGENIO	x	2
118	LAZARO DEPAZ FORTUNATA	x	2
119	LAZARO HARO MAGALY MAURA	x	1
120	LAZARO HARO MARYCRUZ KARINA	x	2
121	LAZARO RODRIGUEZ CESAR CRISTIAN	x	2
122	LAZARO TOLEDO EDGAR	x	3
123	LAZARO TOLEDO LINDA MARLENI	x	3
124	LAZARO TOLEDO LUIZ ALBERTO	x	3
125	LEON ALBERTO FRANCISCO MARCELINO	x	3
126	LIMAS BAEZ BARTOLOME	x	2
127	LOLI FLORES ERCELIO GRABEL	x	2
128	LOPEZ VEGA MAYCOL EDWIN	x	1
129	LPEZ CARANZA MIGUEL	x	2
130	LPEZ EVANGELISTA DIMINGO	x	2
131	MACEDO BUSTAMANTE CLOTILDE	x	3
132	MACEDO BUSTAMANTE MARTINIANO	x	3
133	MACEDO BUSTAMANTE SANTA FORTUNATA	x	3
134	MACEDO HUAMAN TOMAS	x	2
135	MACEDO SILVA CARLOS EDUARDO	x	2
136	MACHCO ESPINOZA HIBER JHONEL	x	1
137	MACHCO VEGA NOE ENOC	x	2
138	MAGUINA CAMONESDELFINA G	x	2
139	MAGUINA HUAMAN PONCIANO TEOFILO	x	3
140	MAGUINA SOTO MAXIMO JORGE	x	3
141	MAMANI ARE ELISA	x	3
142	MANRIQUE JULCA JUAN CARLOS	x	3
143	MARQUEZ HUAYTA JUAN EDUARDO	x	3
144	MEDINA MAUTINO DE PINEDA NELLY	x	3
145	MEDINA VILLALOBOS LUIS MIGUEL	x	3
146	MEJIA ANTUNEZ MKELIN	x	3
147	MEJIA CERNA JOAQUIN ROQUE	x	3
148	MEJIA ISIDRO MARIANO MAXIMO	x	2
149	MEJIA RODRIGUEZ FELICIANO AURELIO	x	2
150	MEJIA SANCHEZ ELSA YUDEMA	x	1
151	MEJIA SANCHEZ JOSE SEVERO	x	2
152	MEJIA SANCHEZ ROSA ELENA	x	2
153	MENACHO CORDOVA SANTA CECILIA	x	3
154	MENACHO JAVIER FELICIANO	x	3
155	MENDOZA HARANGA PROSPERO ALBERTINA	x	3
156	MENDOZA TAFUR HUGO URGANO	x	3
157	MINAYA LLIUYA LELIS DAVID	x	3

**PADRON DE LOS USUARIOS DE LA JUNTA ADMISTRADORA DE SERVICIOS DE  
SANEAMIENTO (JASS) DE CHEQUIO - 2021**

158	MOLINA TOLEDO WALTER EDUARDO	x	3
159	MORALES ANGELES FLOR MARIA	x	2
160	MORALES QUINONEZ BETTY MARLENI	x	2
161	MORENO MEZA ALFREDO	x	1
162	NEGREIROS MATOS YERSEN NOE	x	2
163	NORABUENA CAMONES ANDREA	x	2
164	NORABUENA CAMONES MARCELINA	x	3
165	NORABUENA CAMONES PABLO	x	3
166	NORABUENA CAMONES TEODOCIA	x	3
167	OBREGON HIDALGO LIDIA	x	3
168	OLORTEGUI AGURTO EMPERATRIZ	x	3
169	OLORTEGUI MARINO GLADYS	x	3
170	OSORIO MISHTI LILI HERMELINDA	x	2
171	PALACIOS CRUZ LIZ	x	2
172	PALACIOS FERNANDEZ NANCY ELVIRA	x	1
173	PALACIOS MENDEZ DARIO RODOLFO	x	2
174	PALMA AYALA WILLY TITO	x	2
175	PALMADERA HUALLPAHUAQUE YOVANA	x	3
176	PALMADERA MILLA ANDREAN	x	3
177	PANTOJA GUSMAN NEHEMIAS	x	3
178	PAREDEZ ALARCON MERY	x	3
179	PAREDEZ CASTRO JUAN ROMAN	x	3
180	PASION HERNAN FELIX RAMOS	x	2
181	PAUCAR LEIVA EDUARDO	x	2
182	PINTO CABANA EDILBERTO	x	1
183	PINTO CABANA HUGO	x	2
184	PINTO JULCA TEODOCIA	x	2
185	POPAYAN PUNTILLO GILVERT KENEDDY	x	3
186	PRIMITIVA CAMPO SOLER	x	3
187	PRINCIPE NUNEZ HIPOLITO	x	3
188	RAMIREZ JULCA VICTORIANO JULIAN	x	3
189	RAMIREZ RUPAY ELVA FLORA	x	2
190	RAMIREZ RUPAY NANCY MERY	x	2
191	RAMIREZ RUPAY VERONICA	x	1
192	RAMIREZ VARGAS JACINTA	x	2
193	REYES HUERTA FAUSTINO ALCANTAR	x	2
194	REYES MENTOZA WILLIAMS	x	3
195	REYES TRUJILLO ARCOS MANUEL	x	2
196	RIMAC CASIMIRO LEONARDO PABBBBBLO	x	2
197	ROBLES RODRIGUEZ ALDO JAVIER	x	1
198	ROCA RODRIGUEZ CECILIA	x	2
199	RODRIGUEZ MOGOLLON SANTAN FLORENTINA	x	2
200	RODRIGUEZ TORRES MARCELINA SANTA	x	5
201	ROJAS ARIAS FLORENCIA	x	3
202	ROJAS BARRETO EUGENIA	x	3
203	ROMERO AVITES BRIGIDO RICARDO	x	4
204	ROMERO HUERTA YTFALO EDUARDO	x	2
205	ROMERO SHUAN DMITILA PRIMITIVA	x	2
206	ROMERO VINO JOSE LUIS	x	1
207	RUBINA AURI MARCO	x	2
208	RUPAY ROSALES SANTA MARIA	x	2
209	SALARZAR ALBINO JOSE	x	3
210	SALARZAR ALBINO JULI ROSA	x	2

**PADRON DE LOS USUARIOS DE LA JUNTA ADMISTRADORA DE SERVICIOS DE  
SANEAMIENTO (JASS) DE CHEQUIO - 2021**

211	SALAS CADILLO ALEJANDRINA	x	2
212	SALAZAR ALBINO LUCIA MAXIMA	x	1
213	SALAZAR ALBINO JUAN DE DIOS	x	2
214	SALAZAR ALVINO OLINDA ANTONIA	x	2
215	SALAZAR JAMANCA HECTOR	x	3
216	SALAZAR SAGSTEGUI KARLA IVONE	x	4
217	SALAZAR VEGA MARIA ELENA	x	3
218	SALCEDO MANRIQUE VERONICA	x	3
219	SANCHEZ GAYTAN OFELIA DEYFILIA	x	2
220	SANCHEZ RODRIGUEZ EBERTH MARCELO	x	2
221	SANCHEZ RODRIGUEZ JAKELIN SHIORELA	x	1
222	SANCHEZ RODRIGUEZ JHENY SOLEDAD	x	2
223	SANCHEZ TOLENTINO CESAR VICCTOR	x	2
224	SANCHEZ TOLENTINO MARIA AZUCENA	x	3
225	SANCHEZ TOLENTINO MIGUEL HERNESTO	x	3
226	SANCHEZ TORRE JOSE FABBIAN	x	4
227	SERIN CRUZADO MARGARITA E.	x	3
228	SILIO NORABUENA EDELMIRA ANA	x	4
229	SILIO NORABUENA JUSTO ZENOBIO	x	2
230	SILIO NORABUENA TEODORICO BACILIO	x	1
231	SILIO REYES ANA VICTORIA	x	2
232	SILVA SALAZAR MARLENI	x	2
233	SOLIS ALVARDO VILMA ELIZABETH	x	3
234	SOLIS MENDEZ PEDRO PAULINO	x	2
235	SOTELO ALVARADO ALBERTO EULOGIO	x	2
236	TARAZONA ONCOY MARCO	x	1
237	TARAZONA ONCOY MARCO	x	2
238	TARAZONA SALAZAR ANA OLGA	x	4
239	TARAZONA SALAZAR HILDA LUZ	x	3
240	TARAZONA SALAZAR JULIA CATALINA	x	2
241	TARAZONA TOLEDO JESUS MANUEL	x	2
242	TOLEDO MACEDO JUANA	x	1
243	TREJO HUANCA MARLENI	x	2
244	URBANO SABINO FAUSTINO	x	2
245	VALDEZ VILLANUEVA SONIA ELIZA	x	3
246	VALENCIA CERNA ISIDRO GERMAN	x	3
247	VALENCIA SOLIS JUANA HERLINDA	x	3
248	VALENCIA SOLIS RAYDA PERPETUA	x	2
249	VALENTIN DEXTRE OTILIO	x	2
250	VARGAS GIGUEROA MACARIA	x	4
251	VARGAS HUANUCO MAXIMILIANO	x	2
252	VARGAS PASION JUAN EMILIANO	x	2
253	VARGAS PASION LUZ MARILIA	x	3
254	VARGAS ROMERO EDWIN	x	3
255	VARGAS SALZOZA MIGUEL GRIMADO	x	4
256	VAZQUEZ CABRERA TEOFILO	x	2
257	VEGA MONTES WILVER	x	2
258	VILLANUEVA CAMONES SANTA TEOFILA	x	1
259	VILLANUEVA URBANO CELIA DALILA	x	2
260	VILLEGAS MEJIA ANE PATRICIA	x	2
261	YAURI MEJIA MARY LUZ	x	3
262	YAURI MEJIA NATIVIDAD	x	3
263	YAURI MELIA MARCELA CHAVEA	x	4

**PADRON DE LOS USUARIOS DE LA JUNTA ADMISTRADORA DE SERVICIOS DE  
SANEAMIENTO (JASS) DE CHEQUIO - 2021**

264	YUARI MEJIA MARCELA CHAVELA	x	3
265	YURI MOLINA ADOLFO	x	3
266	LOSA DEPORTIVO	x	
267	IGLESIA	x	
268	I.E. INICIAL	x	
<b>POBLACION TOTAL AL AÑO 2021 =</b>			<b>653 hab.</b>

TIPO DE CATEGORIA	CON AGUA	TOTAL
DOMESTICO	265 Conex	265 Conex
NO DOMESTICO	3 Conex	3 Conex
<b>TOTAL</b>	<b>268 Conex</b>	<b>268 Conex</b>

**Anexo 5: Límites Máximos Permisibles de Parámetros de Acuerdo al  
Reglamento de la Calidad Del Agua Para Consumo Humano DS Nro. 031-2010-  
SA (Perú)**

**ANEXO I**

**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS  
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS**

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
<u>1. Bacterias Coliformes Totales.</u>	UFC/100 mL a 35°C	<u>0 (*)</u>
<u>2. E. Coli</u>	UFC/100 mL a 44,5°C	<u>0 (*)</u>
<u>3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.</u>	UFC/100 mL a 44,5°C	<u>0 (*)</u>
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Vírus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

## ANEXO II

### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD ORGANOLÉPTICA

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

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

### ANEXO III

#### LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
<u>2. Arsénico (nota 1)</u>	mg As L <sup>-1</sup>	<u>0,010</u>
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
<u>5. Cadmio</u>	mg Cd L <sup>-1</sup>	<u>0,003</u>
6. Cianuro	mg CN <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
<u>10. Cromo total</u>	mg Cr L <sup>-1</sup>	<u>0,050</u>
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
<u>12. Mercurio</u>	mg Hg L <sup>-1</sup>	<u>0,001</u>
<u>13. Níquel</u>	mg Ni L <sup>-1</sup>	<u>0,020</u>
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

## Anexo 6: Reporte de Resultados de Análisis del Laboratorio de Calidad Ambiental, FCAM, UNASAM



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065



### INFORME DE ENSAYO AG210393

**CLIENTE** Razón Social : TESIS - MAESTRIA: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - 2021  
Dirección : Cheqo - Independencia - Huaraz  
Atención : Antonio R. Blas Cerda

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Captación  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Subterránea  
Procedencia : Captación Subterránea - Caunuro  
Ref.Condición : Cadena de Custodia CC210174

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 02/Septiembre/2021  
Fecha de análisis : 02 de Septiembre - 09 de Septiembre/ 2021  
Cotización N° : CO210337

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	MS1
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	02/09/2021
					Nº de muestreo <sup>2</sup>	07-28
					Código del Laboratorio	AG210334
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5	< 0.5	
FQ12	Conductividad <sup>3</sup> (en laboratorio)	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	APHA 2510 B -Versión 2017	.....	189.7	
FQ38	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01	0.11	
<b>METALES TOTALES</b>						
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010	< 0.010	
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Denve de cadion (*)	0.002	0.020	
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02	0.08	
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010	0.160	
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005	0.030	
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010	0.400	
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cetone de Michler (*)	0.025	< 0.025	
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgioxina (*)	0.02	< 0.02	
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1	<1	
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1	<1	
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9224 A (*)	1	<1	

(\*) Los métodos e indicadores No han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23th Edition-2017

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

NOTA:

i. Tiempos de perechibilidad de las muestras.

aj) Conductividad = 28 días

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 09 de Septiembre de 2021



MSc. Quím. Mario Leyva Coñas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

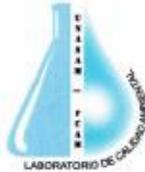
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental. Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dímientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perechibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
R-001/Versión: 03/F.E: 22-09-10 Av. Centenario N°205-Huaraz-Ancash. Telef. 043 540020 - Anexos: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
E-mail: labcam@hotmail.com

Página 1 de 1





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



**INFORME DE ENSAYO AG210557**

**CLIENTE** Razón Social : TESIS - MAESTRIA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRANEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - 2021  
Dirección : Chequio - Independencia - Huaraz  
Atención : Antonio R. Blas Cerda

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Captación  
Matriz : Aguas Naturales - Agua Subterráneas  
Procedencia : Captación Subterránea - Caururo  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210290

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 09/Noviembre/2021  
Fecha de análisis : 09 de Noviembre - 16 de Noviembre/ 2021  
Cotización N° : CO210337

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M1
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	09/11/2021
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	07:46
					Código del Laboratorio	AG210742
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS.cm <sup>-1</sup>	APHA 2510 B - Versión 2017			189.1
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.17
<b>MT METALES TOTALES</b>						
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		0.060
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaloxina (*)	0.010		< 0.010
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cátodo de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilglicolna (*)	0.02		< 0.02
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATOGENOS</b>						
CM01	Bacterias heterotróficas	UFC/ml	APHA 9215 B (*)	1		< 1
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	1		< 1

(\*) Los métodos indicados No han sido acreditados por el INACAL - DA  
<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater; 23 rd. Edition; 2017.  
<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C.

**NOTA:**  
 I. Tiempos de perecibilidad de las muestras:  
 a) Conductividad = 28 días

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 16 de Noviembre de 2021



MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 COP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
 FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTUNEZ DE MAYOLO"  
 R-001/Versión: 01/F.E: 32-03-10 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef: 043 640020 - Areas: 3602- 3501 - Cel. 944432754  
 E-mail: labfcam@hotmail.com

Página 1 de 1





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



**INFORME DE ENSAYO AG210595**

**CLIENTE** Razón Social : TESIS - MAESTRIA: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH - 2021  
Dirección : Chequio - Independencia - Huaraz  
Atención : Antonio R. Blas Cerda

**MUESTRA** Producto declarado : Agua de Captación  
Matriz : Aguas Naturales - Aguas Subterráneas  
Procedencia : Captación subterránea - Cauuro  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC210313

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 02/Diciembre/2021  
Fecha de análisis : 02 de Diciembre - 09 de Diciembre 2021  
Cotización N° : CO210337

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código del cliente	M1
					Fecha de muestreo	02/12/2021
					Hora de muestreo	06:45
					Código del Laboratorio	AG210785
<b>ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS</b>						
FQ	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad * (en laboratorio)	$\mu S \cdot cm^{-1}$	APHA 2510 B - Versión 2017			188.2
FQ35	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.07
<b>METALES TOTALES</b>						
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		± 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Triazina (*)	0.005		< 0.005
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétones de Michler (*)	0.025		< 0.025
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgioxina (*)	0.02		0.09
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	1		< 1

(\*) Los métodos utilizados no han sido acreditados por el INMNOB. S/A.  
 \* Datos proporcionados por el cliente.  
 Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 23 ed. Edition-2017.  
 \* Resultados reportados a 25 °C.  
 NOTA:  
 i. Tiempo de perecibilidad de las muestras:  
 a) Conductividad = 28 días

"Fin del Informe de Ensayo"

Huaraz, 09 de Diciembre de 2021



*Dr. Jaime Martín López Collao*  
 MSc. Jaime Martín López Collao  
 Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
 FCAM - UNASAM  
 CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.  
 Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.  
 Los resultados son válidos solo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dicientes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG240020**

<b>CLIENTE</b>	<b>Razón Social</b>	: TESIS - MAESTRIA: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FISICOQUIMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRANEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH - 2021
	<b>Dirección</b>	: Chequio - Independencia - Huaraz
	<b>Atención</b>	: Antonio R. Bas Cerda
<b>MUESTRA</b>	<b>Producto declarado</b>	: Agua de Captación
	<b>Matriz</b>	: Aguas Naturales - Aguas Subterráneas
	<b>Procedencia</b>	: Captación subterránea - Caururo
	<b>Ref./Condición</b>	: Cadena de Custodia CC240014
<b>MUESTREO</b>	<b>Responsable</b>	: Muestra proporcionada por el cliente
	<b>Referencia:</b>	: No indica
<b>LABORATORIO</b>	<b>Fecha de recepción</b>	: 23/Enero/2024
	<b>Fecha de análisis</b>	: 23 de Enero - 31 de Enero 2024
	<b>Cotización N°</b>	: 00210337

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código de cliente	M1
					Fecha de muestreo <sup>1</sup>	23/01/2024
					Hora de muestreo <sup>1</sup>	06:35
					Código de Laboratorio	AG240104
<b>FQ ANALISIS FISICOQUIMICOS</b>						
FQ11	Color	TCU	E. Merck 015 (*)	0.5		< 0.5
FQ12	Conductividad <sup>2</sup> (en laboratorio)	µS/cm <sup>4</sup>	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		185.4
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0.01		0.16
<b>MT METALES TOTALES</b>						
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0.010		< 0.010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0.002		< 0.002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprizona (*)	0.02		< 0.02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0.010		< 0.010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Trietina (*)	0.005		< 0.004
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0.010		< 0.010
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cetone de Midhler (*)	0.025		< 0.025
MT22	Niquel total	mg/l Ni	Dimetilgioxina (*)	0.02		0.08
<b>CM INDICADORES DE CONTAMINACION MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACION DE PATOGENOS</b>						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
CM10	Escherichia coli	UF/ml	APHA 9225 A (*)	1		< 1

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA.

<sup>1</sup> Datos coordinados por el cliente.

Leyenda: APHA: Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 20th Ed. Edition-2017

<sup>2</sup> Resultado reportado a 25 °C

NOTA:

I. Tiempo de penetración de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 31 de Enero de 2024

"Fin del informe de ensayo"



*Mario Leyva Collas*  
MSc. Quím. Mario Leyva Collas  
Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 604

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras dólmenes se conservarán de acuerdo a su tiempo de perecibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
R.007/Variante: 03/7/E 2.2-09-18 Av. Centenario N°200-Huaraz-Ancash. Telef. 043 840020 - Anexos:3802-3501 - Cel. 944432754  
E-mail: lablcam@hotmail.com

Página 1 de 1





**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO  
POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN  
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 065**



Registro N° LE - 065

**INFORME DE ENSAYO AG240028**

**CLIENTE** Razón Social : TESIS - MAESTRIA: DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y BIOLÓGICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA PARA EL CONSUMO HUMANO DE LA DE LA ZONA URBANA DE CHEQUIO - INDEPENDENCIA - HUARAZ - ANCASH - 2021  
Dirección : Chequío - Independencia - Huaraz  
Atención : Antón R. Blas Carda

**MUESTRA** Producto de ensayo : Agua de Captación  
Matríz : Aguas Naturales - Aguas Subterráneas  
Procedencia : Captación subterránea - Cauroto  
Ref./Condición : Cadena de Custodia CC240021

**MUESTREO** Responsable : Muestra proporcionada por el cliente  
Referencia : No indica

**LABORATORIO** Fecha de recepción : 01/Enero/2024  
Fecha de análisis : 01 de Enero - 08 de Enero 2024  
Cotización N° : CO210337

CÓD.	PARÁMETRO	UNIDAD DE MEDIDA	MÉTODO	LÍMITE DE DETECCIÓN	MUESTRA	
					Código de muestra <sup>1</sup>	Fecha de muestreo <sup>2</sup>
					06:25	AG240110
<b>ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS</b>						
FQ11	Color	TCU	E Merck 015 (*)	0,5		< 0,5
FQ12	Conductividad <sup>3</sup> (en laboratorio)	$\mu S/cm^1$	APHA 2510 B - Versión 2017	.....		184,3
FQ36	Turbiedad (en laboratorio)	UNT	APHA 2130 B (*)	0,01		0,19
<b>METALES TOTALES</b>						
MT03	Arsénico total	mg/l As	DIN - 38 405 (*)	0,010		< 0,010
MT08	Cadmio total	mg/l Cd	Derivé de cadion (*)	0,002		< 0,002
MT11	Cobre total	mg/l Cu	Cuprona (*)	0,02		< 0,02
MT12	Cromo total	mg/l Cr	Difenilcarbazida (*)	0,010		< 0,010
MT16	Hierro total	mg/l Fe	Trioxina (*)	0,005		< 0,005
MT19	Manganeso total	mg/l Mn	Formaldoxina (*)	0,010		< 0,010
MT20	Mercurio total	mg/l Hg	Cétone de Michler (*)	0,025		< 0,025
MT22	Níquel total	mg/l Ni	Dimetilgloxina (*)	0,02		0,07
<b>INDICADORES DE CONTAMINACIÓN MICROBIOLÓGICA E IDENTIFICACIÓN DE PATÓGENOS</b>						
CM04	Coliformes totales	UFC/ml	APHA 9222 B (*)	1		< 1
CM06	Coliformes fecales o termotolerantes	UFC/ml	APHA 9222 D (*)	1		< 1
CM10	Escherichia coli	UFC/ml	APHA 9225 A (*)	1		< 1

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

<sup>1</sup> Datos proporcionados por el cliente

Leyenda: APHA: Standard Method for Examination of Water and Wastewater, 20th. Edición-2017

<sup>2</sup> Resultados reportados a 25 °C

NOTA:

1. Tiempo de posibilidad de las muestras:

a) Conductividad = 28 días

Huaraz, 08 de Enero de 2024



MSc. Q. Quím. Mario Leyva Collas

Administrador del Laboratorio de Calidad Ambiental  
FCAM - UNASAM  
CQP N° 004

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Está prohibida la reproducción de este informe salvo autorización del Laboratorio de Calidad Ambiental.

Los resultados son válidos sólo para las muestras analizadas en el mismo. Las contramuestras o muestras d'incidentes se conservarán de acuerdo a su tiempo de posibilidad.

LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL  
FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL "SANTAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"  
R-001/Versión 01/FE: 22-05-19 Av. Centenario N°200 Huaraz - Ancash. Telef: 043 640520 - Anaxax: 3802 - 3501 - Cel. 944432754  
E-mail: labcam@hotmail.com

Página 1 de 1

