

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL  
DE HUAMANGA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE  
INGENIERÍA DE MINAS, GEOLOGÍA Y CIVIL**



**TESIS:**

**Análisis de los niveles de arsénico en el agua de consumo humano y la  
Percepción en la población del Valle del Niño Yucaes, Ayacucho 2019**

Para optar el grado académico de:

**MAESTRA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN  
GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**

PRESENTADO POR:

**Bach. Ana Maria GOMEZ ORE**

ASESOR:

**Mtro. Jaime Leonardo BENDEZU PRADO**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2024**

## **Dedicatoria**

A mis queridos padres por su apoyo incondicional, *valoro mucho las lecciones de vida que me han impartido y por el cariño que siempre me han brindado. Mi gratitud hacia ustedes es imposible de expresar completamente, me* dieron la fortaleza para enfrentar cada desafío de la misma manera agradezco tenerlos en cada peldaño de mi vida.

A mi querido hijo que es el ser que alumbra mi camino, por darme fuerzas para seguir adelante y contar con su apoyo siempre.

A mis hermano y hermanas por sus palabras y motivaciones a seguir adelante y ayuda en todo momento.

## **Agradecimiento**

Mi profundo agradecimiento:

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, Alma Máter, por promover la investigación científica.

A los maestros de la Escuela de post grado de la Facultad de Ingeniería Minas, Geología y Civil quienes contribuyeron en mi desarrollo profesional, gracias por la motivación, sugerencias e interés.

A los docentes M.Cs. Bendezú Prado Jaime Leonardo, Mcs. Ing. Gloria Inés Barboza Palomino, M.Cs. Abel Nilo Juscamayta Tomasevich, Ing. Aníbal García Bendezú, Ing. Ángel Egas Sáenz (QEPD), por su guía y aportación de sus conocimientos para la culminación del trabajo.

A las autoridades y Comuneros del CP. Valle de Niño Yucaes.

A la Dirección de Salud Ambiental de la DIRESA, por permitirme desarrollar la evaluación del agua de la población; lo que me permite sentirme complacido por el trabajo que realizo.

Muchas gracias.

## Resumen

El estudio se realizó en el Centro Poblado de Niño Yucaes, Distrito de Tambillo, con el objetivo de determinar de los niveles de arsénico en el agua de consumo humano y la Percepción en la población del Valle de Niño Yucaes Ayacucho.2019. Para ello se toma como referencia el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento que establece las disposiciones para garantizar la gestión de la calidad del agua para consumo humano en el Perú establece las ECAs (estándares de calidad de agua) y LMP (límites máximos permisibles) en el Perú, el LMP de arsénico en agua para consumo humano es de 0,01 mg/L Seguidamente de DS N° 004- 2017-MINAM para Aguas superficiales destinadas a tratamiento de agua potable; Categoría 1: Poblacional y recreacional a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Del estudio realizado se tomaron muestras de agua subterráneo y domiciliario en los centros poblados de Niño Yucaes, Qaqañan y Muyurina; para el análisis de presencia de arsénico en el agua y su variación en las muestras tomadas subterráneo - Domicilios. De los resultados del estudio tenemos; en la toma de muestra de aguas superficiales Niño Yucaes Subterráneo, resultado de 0.10 mg/L, frente a la concentración de los niveles de arsénico hacia los domicilios de Niño Yucaes a niveles de 0.025 mg/L.

Qaqañan subterránea, resultados de 0.13 mg/L , frente a la concentración de los niveles de arsénico hacia los domicilios de San Juan de Niño Yucaes a niveles de arsénico de 0.10 mg/L; y domicilios de Qaqañan (más lejano) a niveles de 0.03 mg/L.

Muyurina subterráneo, resultados de 0.026 mg/Ly 0.054 mg/L se observa que no varían las concentraciones de los niveles de arsénico hacia los domicilios muyurina siendo los niveles de arsénico 0.025 y 0.050 mg/L.

En todos los casos de análisis de niveles de arsénico representan niveles altos frente los LMP y ECA de 0.01 mg/L. establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a tratamiento de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

La percepción de la población en las fuentes de captación domiciliaria, no es nula con respecto a la presencia de Arsénico. De un total de 84 pobladores encuestados, el 9.52% indicó que siempre conocían la presencia de arsénico en el agua de consumo, el 47.62% indicó que a veces lo conocían, y el 42.86% indicó que nunca lo conocían. percepción de la población del Valle de Niño Yucaes sobre la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua subterránea. De un total de 84 pobladores

encuestados, el 100% conoce la presencia de arsénico en el agua de captación subterránea. por lo que la percepción de la población no es nula, conocen de la presencia de arsénico en las fuentes subterráneas tomadas para agua de consumo.

## **Abstract**

*The study was carried out in the Niño Yucaes Population Center, Tambillo District, with the objective of determining the levels of arsenic in water for human consumption and the Perception in the population of the Niño Yucaes Valley Ayacucho.2019. For this, Supreme Decree No. 031-2010-SA is taken as a reference. Regulation that establishes the provisions to guarantee the management of the quality of water for human consumption in Peru establishes the ECAs (water quality standards) and LMP (maximum permissible limits) in Peru, the LMP of arsenic in water for human consumption is 0.01 mg/L Following DS N° 004-2017-MINAM for Surface waters intended for drinking water treatment; Category 1: Population and recreational a) Subcategory A: Surface waters intended for the production of drinking water.*

*2. From the study carried out, underground and household water samples were taken in the population centers of Niño Yucaes, Qaqañan and Muyurina; for the analysis of the presence of arsenic in water and its variation in samples taken Underground - Homes.*

*From the results of the study we have; in the sampling of surface waters Niño Yucaes Underground, a result of 0.10 mg/L, compared to the concentration of arsenic levels towards the homes of Niño Yucaes at levels of 0.025 mg/L.*

*Qaqañan underground, results of 0.13 mg/L, compared to the concentration of arsenic levels towards the homes of San Juan de Niño Yucaes at arsenic levels of 0.10 mg/L; and homes in Qaqañan (farther away) at levels of 0.03 mg/L.*

*Underground Muyurina, results of 0.026 mg/L and 0.054 mg/L, it is observed that the concentrations of arsenic levels do not vary towards the Muyurina homes, with the arsenic levels being 0.025 and 0.050 mg/L.*

*In all cases of analysis of arsenic levels they represent high levels compared to the LMP and ECA of 0.01 mg/L. established by: DS N° 031-2010-SA of the Ministry of Health and “National Environmental Quality Standards for Water” DS N° 004-2017-MINAM, Category 1: Population and Recreational Subcategory A: Surface waters intended for water treatment potable; therefore it is not suitable for human consumption.*

*The population's perception of household intake sources is not null with respect to the presence of Arsenic. Of a total of 84 residents surveyed, 9.52% indicated that they always knew about the presence of arsenic in drinking water, 47.62% indicated that they sometimes knew about it, and 42.86% indicated that they never knew about it.*

*perception of the population of the Niño Yucaes Valley about the presence of arsenic in groundwater collection sources. Of a total of 84 residents surveyed, 100% know the presence of arsenic in groundwater collection. Therefore, the population's perception is*

*not null, they are aware of the presence of arsenic in underground sources taken for drinking water.*

## Índice general

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	vi
Índice general.....	viii
Índice de tablas .....	xi
Índice de gráficos .....	xii
Introducción.....	13
Capítulo I Aspectos generales.....	16
1.1. Planteamiento del problema .....	16
1.2. Formulación del problema de investigación .....	18
1.2.1. Problema general .....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. Objetivos de la investigación .....	19
1.3.1. Objetivo general .....	19
1.3.2. Objetivo específico .....	19
1.4. Hipótesis de la investigación.....	19
1.4.1. Hipótesis general.....	19
1.4.2. Hipótesis secundarias .....	19
1.5. Identificación de variables .....	19
1.5.1. Variable independiente.....	19
1.5.2. Variable Dependiente .....	20
1.5.3. Variable interviniente .....	20
1.6. Justificación de la investigación .....	20
1.7. Importancia y Alcances de la Investigación .....	20
1.8. Limitaciones .....	21
Capítulo II Marco teórico .....	22
2.1. Antecedentes .....	22
2.1.1. Internacionales .....	22
2.1.2. Nacionales.....	26
2.1.3. Regionales .....	32
2.2. Base teórico científico.....	33
2.2.1. El agua .....	33
2.2.2. Recursos hídricos en el Perú.....	33
2.2.3. Arsénico en aguas subterráneas .....	35

2.2.4. Arsénico en aguas superficiales: ríos .....	36
2.2.5. Contenido de arsénico en el agua Potable .....	37
2.2.6. Arsénico .....	38
2.2.7. Características del arsénico como contaminante ambiental .....	38
2.2.8. Riesgos de compuestos de arsénico inorgánico.....	39
2.2.8.1. Efectos del arsénico en humanos.....	40
2.2.9. Calidad del agua.....	41
2.2.9.1. Características organolépticas.....	41
2.2.10. Normativa Peruana sobre la calidad del Agua .....	42
2.2.11. Los Parámetros de control obligatorio .....	42
2.2.12. Cuantificaciones Inorgánicos .....	43
2.3. Métodos de recolección.....	44
2.3.1. Preparación de materiales y equipos para el muestreo .....	44
2.3.1.1. Materiales.....	44
2.3.1.2. Equipos .....	44
2.4. Método de muestreo.....	45
2.4.1. Establecimiento de los puntos de muestreo.....	45
2.4.1.1. Lugares fijos.....	45
2.4.1.2. Toma de Muestras.....	46
Capitulo III Metodología .....	47
3.1. Tipo de investigación .....	47
3.2. Diseño de investigación.....	47
3.3. Métodos de investigación .....	47
3.4. Población, muestra y muestreo .....	47
3.4.1. Población .....	47
3.4.2. Tipo de Muestreo.....	48
3.4.2.1. Tamaño de Muestra .....	48
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	48
3.6. Métodos de recolección Para Análisis de agua.....	48
3.6.1. Preparación de materiales y equipos para el muestreo .....	48
3.6.1.1. Materiales.....	48
3.6.1.2. Equipos .....	48
3.7. Método de muestreo.....	49
3.7.1. Establecimiento de los puntos de muestreo.....	49
3.7.1.1. Lugares fijos.....	49
3.7.1.2. Reconocimiento del área de estudio:.....	50

3.8. Técnicas de recolección de Datos .....	50
3.9. Técnica de datos y análisis.....	50
3.10. Área de Estudio .....	51
3.11. Sistema de agua .....	54
3.11.1. Contexto Existente de los Servicios de Agua.....	54
3.11.2. Niño Yucaes .....	54
3.11.3. Qaccañan.....	54
3.11.4. Muyurina .....	54
3.12. Población y muestra.....	55
3.12.1. Muestra .....	55
3.12.2. Muestreo .....	56
3.13. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	56
3.13.1. Técnica.....	56
3.13.2. Ficha Técnica de los Instrumentos de recolección de Datos .....	56
3.13.3. Procedimiento .....	56
3.14. Validación y confiabilidad del instrumento.....	56
3.14.1. Escala de Rensis Likert .....	56
3.14.2. Prueba de fiabilidad de alfa de Cronbach .....	57
3.15. Métodos y técnicas de presentación y análisis de datos .....	57
3.15.1. Técnica de proceso .....	57
3.15.2. Análisis de datos .....	57
Capítulo IV Resultados y discusión .....	58
4.1. Resultados .....	58
4.1.1. Análisis fisicoquímico de la presencia de arsénico .....	58
4.2. Discusión.....	70
Conclusiones .....	73
Recomendaciones.....	77
Referencias bibliográficas .....	78

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	Límites Máximos Permisibles de parámetros inorgánicos .....	43
<b>Tabla 2</b>	Distribución Geográfica de Valle de Niño Yucaes .....	51
<b>Tabla 3</b>	Evaluación de la presencia de arsénico en Niño Yucaes agua domiciliaria .....	58
<b>Tabla 4</b>	Evaluación de la presencia de arsénico en Niño Yucaes Aqchapa, Quinua captación de agua subterránea .....	60
<b>Tabla 5</b>	Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua Domiciliaria .....	61
<b>Tabla 6</b>	Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua subterránea.....	62
<b>Tabla 7</b>	Evaluación de la presencia de arsénico San Juan de Niño Yucaes captación agua domiciliaria .....	63
<b>Tabla 8</b>	Presencia de Arsénico en Muyurina captación agua domiciliaria .....	65
<b>Tabla 9</b>	Presencia de Arsénico en Muyurina captación Agua subterránea.....	66
<b>Tabla 10</b>	Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo -captación domiciliaria -vivienda. ....	67
<b>Tabla 11</b>	Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las captaciones subterráneas.....	68
<b>Tabla 12</b>	Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo y consumo en las viviendas .....	69

## Índice de gráficos

<b>Gráfico 1</b>	Deficiencias en el acceso al agua y al saneamiento en Perú, 2021 .....	34
<b>Gráfico 2</b>	La Brecha del sector urbano - rural en el acceso al agua y al saneamiento,2021.....	35
<b>Gráfico 3</b>	Ilustración del movimiento del agua entre atmosfera, agua superficial y acuíferos. ....	37
<b>Gráfico 4</b>	Valle de Niño Yucaes.....	52
<b>Gráfico 5</b>	Plano de Ubicación del Valle de Niño Yucaes.....	53
<b>Gráfico 6</b>	Evaluación de la presencia de arsénico en Niño Yucaes agua domiciliaria .....	59
<b>Gráfico 7</b>	Evaluación de la presencia arsénico en Niño Yucaes Quinua captación de agua subterránea. ....	60
<b>Gráfico 8</b>	Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua domiciliaria .....	61
<b>Gráfico 9</b>	Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua subterránea.....	63
<b>Gráfico 10</b>	Evaluación de la presencia de arsénico San Juan de Niño Yucaes captación agua domiciliaria .....	64
<b>Gráfico 11</b>	Presencia de Arsénico en Muyurina captación agua domiciliaria .....	65
<b>Gráfico 12</b>	Presencia de Arsénico en Muyurina captación Agua subterránea.....	66
<b>Gráfico 13</b>	Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo -captación domiciliaria -vivienda. ....	68
<b>Gráfico 14</b>	Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las captaciones subterráneas.....	69

## Introducción

En el Perú el abastecimiento de agua en muchos de nuestros centros poblados y rivera de ríos es, en su mayoría procedente de ríos, mediante acopio en pozas directo de los ojos de agua; siendo así una problemática y una importante brecha en el suministro público de agua potable y alcantarillado en distintas regiones del país. En estos últimos años la crisis sanitaria como de la COVID-19 ha puesto de relieve la importancia del agua y el saneamiento para la salud, especialmente para los residentes que viven en asentamientos humanos donde el acceso a un saneamiento adecuado es difícil. También subraya la gran diferencia entre el sector urbano y rural en el acceso a servicios de agua y saneamiento y menciona que el Perú aún está lejos de alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible en materia de agua y saneamiento.

También analiza el deterioro de la calidad del agua y su impacto en la salud pública, particularmente en áreas rurales con altas tasas de anemia crónica infantil. Al respecto, se menciona que la falta de acceso a servicios de saneamiento está disminuyendo. se ha convertido en una prioridad nacional en Perú.

El agua, en la actualidad es un bien de consumo invaluable a nivel mundial, a pesar de que el 75% de la superficie terrestre está ocupada por el agua, tan solo el 2,7% es agua dulce, y solamente el 0,62% está disponible para el consumo humano, y está comprendida por agua superficial y subterránea (Jofre, Cervantes, Barradas, 2015).

Mejorar el acceso al agua potable puede tener beneficios visibles para la salud. Asimismo, el agua es muy importante para diferentes actividades del ser humano, desde la utilización para la industria, agricultura, ganadería, otras actividades y principalmente para el consumo humano. Sin embargo, en muchas regiones del mundo, la carencia de agua o su contaminación se convierte en un problema importante de muchas ciudades y regiones del mundo (OMS, 2018).

En la actualidad las fuentes de agua están siendo contaminadas por la actividad humana; por la misma geografía de las montañas y su composición propia; la identificación de contaminantes muy perjudiciales para el hombre como el arsénico es de gran valor para las personas que viven en las zonas donde se realiza la investigación, contribuyendo a que se tome las medidas preventivas para preservar la salud y disminuir los costos en el tratamiento del agua.

Por otro lado, con la presente investigación se aportarán datos primarios para que las autoridades, personal de salud puedan diseñar estrategias de intervención si existe una real contaminación de las fuentes de agua con arsénico.

El arsénico es un elemento tóxico y ubicuo en la naturaleza, donde se presenta en bajas concentraciones y donde su movilidad depende de diversos procesos bióticos y abióticos. Este elemento ocupa el primer lugar entre los contaminantes ambientales más importantes del mundo (Mayorga, Moyano, García, 2014).

Según Alarcón (2014)

Asimismo, Es un elemento muy común en la atmósfera, las rocas y el suelo, la hidrosfera y la biosfera, y se moviliza en el medio ambiente mediante una combinación de reacciones que involucran procesos naturales (meteorización, actividad biológica, emisiones volcánicas) así como procesos naturales. antropogénico (minería, uso de combustibles fósiles, pesticidas, herbicidas, agentes secantes, conservantes de la madera, aditivos para piensos, semiconductores, pigmentos, etc.)

El arsénico contamina fuentes naturales de agua, afecta su uso, el desarrollo de la agricultura sostenible y del uso racional de suelo, lo que puede verse como un retraso en el crecimiento socioeconómico de la zona afectada, y en la mayoría de los casos donde estas afectaciones se localizan en territorios rurales o centros escasamente poblados donde normalmente no existe una red de distribución de agua potable y su nivel socioeconómico es bajo, lo que dificulta la instalación de plantas de tratamiento de agua (Serafín y col. 2016).

Hasta hace escasos años, el arsénico no figuraba entre los componentes del agua potable analizados periódicamente, por lo que su distribución no es tan conocida como la de otros componentes (Hernández y Marrugo, 2016). La garantía sanitaria y la aptitud hacia el consumo significa que el agua no contiene impurezas nocivas para la salud y necesita protección legal desde el punto de recogida del recurso hasta que el agua llega a los consumidores; el agua destinada al consumo se recoge del abastecimiento de agua subterránea o superficial existente según los criterios de calidad provistos por la Ley de Aguas y la normativa derivada (Gómez y col. 2016).

La presencia de arsénico en el agua destinada al consumo humano provoca hidroarsenicismo crónico, una enfermedad crónica causada por la ingestión prolongada de cantidades variables de arsénico en el agua potable. El hidroarsenicismo crónico se manifiesta principalmente con cambios dermatológicas como hiperhidrosis, melanodermia, leucodermia e hiperqueratosis palmo-plantares, que progresan a patologías más graves como diversos cánceres y lesiones cancerosas viscerales en órganos del sistema genito-urinario y gastrointestinal, pulmones y tráquea (Puntoriero, Volpedo, Fernández, 2014).

En la actualidad en el Perú existe contaminación de las diferentes fuentes de agua debido a la minería legal e ilegal, la tecnificación de la agricultura donde se hacen canales de irrigación, reservorios, etc., que alteran la composición del suelo, la actividad industrial, etc. Sin embargo, la contaminación natural de las aguas en Perú es elevada, debido a que prácticamente Perú se encuentra sobre minerales y el arsénico es un elemento ampliamente distribuido en las formaciones geológicas que se presenta formando sulfuros (arsenopirita), los arseniatos y tioarseniatos naturales son minerales muy frecuentes; los arseniuros metálicos como loellingita, nicolita, cobaltita, gersdorffita, rejalgar y oropimente son los minerales más significativos que contienen azufre (Apaza y Calcina, 2014).

## **Capítulo I**

### **Aspectos generales**

#### **1.1. Planteamiento del problema**

A nivel mundial se menciona que no existe ninguna fuente de agua libre de contaminantes, siendo la contaminación por intervención del hombre o una contaminación natural. El Perú es un país con extensas zonas rurales donde los pobladores carecen de agua potable y utilizan para el consumo agua sin ningún control; Dentro de la contaminación natural, se encuentra la contaminación por diversos metales, que son agregados a su composición a través de la exposición de estos minerales en agua superficial o subterránea, la contaminación por arsénico es una amenaza muy extendida que afecta actualmente a muchos países del mundo.

Según Escalera (2014)

Las regiones más conocidas con altos niveles aguas subterráneas ricas en arsénico son angladesh (<2000 ppb), India (<3400 ppb), Chile (<1300 ppb), Argentina (<758 ppb), México (<263 ppb), entre otros. Se estima que cerca de un total de 150 millones de personas en el mundo están afectadas con la perspectiva de seguir incrementándose debido a que constantemente se descubren nuevas áreas contaminadas

Según George et al. (2014):

Se analizaron muestras de agua de 151 suministros de agua en 12 distritos de Perú. En el 86% (96/111) de las muestras de agua subterránea, el arsénico superó el límite de 10 mg/l de la concentración de arsénico. Además, existen zonas semidesérticas en la zona sur del Perú, cuya población bebe agua de ríos que nacen en los Andes y desembocan en el Pacífico. En algunos de estos ríos se han detectado trazas de arsénico, como el río Locumba (0.5 mg As/L), que fluye por Puno y Moquegua (Valle de Ilo), donde la población expuesta a este elemento es de aproximadamente 250 mil habitantes. En 1994, se realizó un estudio sobre el contenido de arsénico del agua potable de las vertientes del río Rímac y se analizaron 53 muestras de agua potable

extraídas de ríos, pozos y manantiales; se encontró que el 84.9% superaban el límite permitido por la OMS.

Según datos del INEI, en 2019, el 9.2% los residentes carecían de suministro de agua y el 25.2% no tenía suministro de alcantarillado. Además, la calidad del agua es un problema en muchas partes del país, lo que puede tener graves consecuencias para la salud pública. La crisis de la COVID-19 ha puesto de relieve la importancia del agua y el saneamiento para la salud, especialmente para los residentes que viven en asentamientos informales que luchan por acceder a servicios de saneamiento adecuado. También se enfatiza que existe una gran brecha entre los sectores urbano y rural en términos de disponibilidad de agua y saneamiento. Perú aún está lejos de alcanzar con el ODS 6 en relación al acceso a agua de calidad.

En el Valle de Niño Yucaes, correspondiente al Distrito de Tambillo y frontera con Distrito de Quinua; no es ajena a esos eventos por la similitud de sus accidentes geográficos, pues su geografía que es de relieves volcánicos; zonas áridas lo que puede contribuir a problemas de salud pública porque el Valle de Niño Yucaes, no cuenta con agua potable de tratamiento definido calificado para el consumo humano, el agua que consumen proviene de ojos de agua, puquiales que son estanques o ríos subterráneos; ubicados donde los compuestos minerales incluido el arsénico, se movilizan por desorción en óxidos e hidróxidos, dándose dilución en diversas concentraciones de 1 a 10 µg/L; estos niveles se encuentran en aguas de origen geoquímico y podrían estar relacionados con actividad hidrotermal minera; la región de Ayacucho en la parte Sur es considerada región hidrotermal por ser una zona de relieve volcánico. El Ministerio de Salud, a través del Departamento de Salud Ambiental de Ayacucho trata de controlar la calidad del agua doméstica en la zona, por lo que realiza un monitoreo continuo y es una de las inspecciones que se realizan. En el Valle de Niño Yucaes, en el año 2016, se realizaron análisis físico-químicos de aguas domésticas, donde se encontró que arsénico y otros metales contenían 0.029 mg/l, considerando que según la Organización Mundial de la Salud (OMS). El límite máximo permitido de arsénico en el agua doméstica es 0,010 mg/L.

La contaminación del agua en Perú es un problema importante que afecta a muchas áreas del país. En particular, la presencia de metales pesados en el agua es un problema significativo, especialmente en áreas donde hay actividad minera. La exposición a metales pesados puede tener graves consecuencias para la salud, incluyendo problemas neurológicos, reproductivos y de desarrollo. Además, la falta de acceso al agua y saneamiento adecuados puede contribuir a la propagación de

enfermedades y a la anemia crónica infantil. A pesar de los esfuerzos del gobierno para mejorar el acceso a los servicios de agua y saneamiento, todavía existen brechas importantes en el acceso a estos servicios, especialmente en las zonas rurales.

Reducir estas desigualdades y mejorar la calidad del agua sigue siendo una prioridad nacional en el Perú. La contaminación del agua en el Perú proviene de varias fuentes, como la minería, la agricultura, la industria y la falta de saneamiento adecuado. En particular, la presencia de metales pesados en el agua es un problema especialmente grave. La degradación de la calidad del agua presenta una serie de desafíos y graves problemas de salud pública, aunque se necesitan más pruebas epidemiológicas y estimaciones de costos para evaluar el alcance total del problema. La contaminación del agua con arsénico es un problema peligroso que puede tener graves consecuencias para la salud pública. La exposición a altos niveles de arsénico en el agua puede causar una serie de problemas de salud, incluidos cáncer de piel, problemas neurológicos, reproductivos y de desarrollo. Además, la exposición crónica al arsénico puede aumentar el riesgo de enfermedades cardiovasculares y diabetes. En Perú, el arsénico en el agua potable es un problema en muchas partes del país, especialmente en las zonas rurales donde la población depende de una fuente de agua no tratada. Queda por Reducir la exposición al arsénico en el agua potable sigue siendo una prioridad nacional en el Perú.

No se conoce actualmente cuantas de las fuentes de agua de consumo humano en Perú y en Ayacucho, están contaminadas con Arsénico y otros minerales pesados que ocasionan contaminación del medio ambiente, alimentos, plantas, animales, sin embargo, en las evaluaciones que se realizaron en algunas regiones a nivel nacional se han hallado en arsénico como contaminante de las aguas superficiales y subterráneas, debido a ello se plantea la presente investigación.

## **1.2. Formulación del problema de investigación**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuáles son los niveles de arsénico en agua de consumo humano y la percepción local en el Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cuáles son las concentraciones de arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo del Valle de Niño Yucaes, 2019?

¿Cuáles son las concentraciones de arsénico en agua de consumo en las viviendas de las comunidades del Valle de Niño Yucaes, 2019?

¿Cuál es la percepción local de la calidad del agua en fuentes domiciliarias subterráneas de la población en las comunidades del Valle de Niño Yucaes, 2019?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar los niveles de arsénico en agua de consumo humano y la percepción local en el Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019.

#### **1.3.2. Objetivo específico**

Determinar los niveles de Arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo en el Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019.

Determinar los niveles de arsénico en agua de consumo en las viviendas de las comunidades del Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019.

Analizar la percepción local de los niveles de arsénico en el agua de fuentes domiciliarias y subterráneas que consume la población de las comunidades del Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019.

### **1.4. Hipótesis de la investigación**

#### **1.4.1. Hipótesis general**

Los niveles de arsénico en el agua de consumo humano en el Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019 se encuentran en parámetros superiores a lo permitido (0,010 mg/L) y la percepción de los comuneros es nula con respecto a la presencia de Arsénico.

#### **1.4.2. Hipótesis secundarias**

a. Los niveles de arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo del Valle de Niño Yucaes se encuentran en parámetros superiores a lo permitido (0,010 mg/L).

b. Los niveles de arsénico en agua de consumo en las viviendas de las comunidades del Valle de Niño Yucaes se encuentran en parámetros superiores a lo permitido (0,010 mg/L).

c. la percepción local de los niveles de arsénico en el agua de fuentes domiciliarias y subterráneas que consume la población de las comunidades del Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, 2019. Es buena y satisfactoria.

### **1.5. Identificación de variables**

#### **1.5.1. Variable independiente**

Análisis de los niveles de arsénico en toma de agua subterránea en la localidad del Valle de Niño Yucaes.

Análisis de los niveles de arsénico en agua potable en domicilios de la localidad del Valle de Niño Yucaes.

### **1.5.2. Variable Dependiente**

Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las captaciones subterráneas.

Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo captación domiciliaria.

### **1.5.3. Variable interviniente**

Reglamento que garantiza la gestión de Calidad del Agua ECAs y LMP para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud.

DS N° 004-2017-MINAM, Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua; Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Protocolo de Procedimientos para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción de Agua para Consumo Humano R.D N°160-2015/DIGESA/SA.

### **1.6. Justificación de la investigación**

Investigar la contaminación por arsénico del agua porque el arsénico es un tóxico muy peligroso para la salud humana y puede causar una amplia gama de efectos desfavorables en el cuerpo humano, incluyendo problemas gastrointestinales, respiratorios, dermatológicos, hepáticos, renales, cardiovasculares y neurológicos. Además, la exposición prolongada al arsénico puede aumentar el riesgo de cáncer y otros problemas de salud graves. La investigación de la contaminación por arsénico del agua es importante para identificar las fuentes de contaminación y tomar medidas para prevenir la exposición humana. También es trascendental para desarrollar estrategias de tratamiento y remediación para reducir los niveles de arsénico en el agua y proteger la salud pública. En resumen, la investigación de la contaminación por arsénico del agua es esencial para proteger la salud humana y el medio ambiente.

### **1.7. Importancia y Alcances de la Investigación**

La evaluación de la calidad de agua es muy trascendental para salvaguardar la salud de las personas, animales y las plantas en beneficio de las de la sociedad y sus habitantes. Así, la contaminación de las fuentes de agua de consumo humano no solamente puede afectar la salud de las personas, también podría generar problemas económicos y sociales al estado, debido a que hoy en día existen pocas fuentes de agua libre de contaminantes por remoción de suelos, sin embargo, la contaminación natural también afecta a las fuentes de agua, para el consumo

humano incrementando incidencia de enfermedades y se necesita elevado costo para su tratamiento.

Por lo mencionado, es importante la presente investigación, debido a que el arsénico es un contaminante que ocasiona muchas enfermedades en el hombre.

El importancia del Análisis involucra a la población del valle de Niño Yucaes y a las Instancias gubernamentales de los Distritos Tambillo y Acos Vinchos, deben conocer la calidad del agua que consume la población y en base de eso brindar soluciones y construir su propio sistema de tratamientos de agua que baje los niveles de Arsénico y sea de calidad con respecto a otros contaminantes.

Cabe destacar que se debe tener en cuenta un monitoreo permanente a fin de garantizar el agua de consumo humano.

### **1.8. Limitaciones**

El análisis de agua en sus componentes químicos y biológicos tiene un alto precio económicos.

Débil Participación en temas Investigación de la Municipalidad Distrital de Tambillo.

Desconocimiento de la localidad sobre los componentes químicos del agua de consumo.

## **Capítulo II**

### **Marco teórico**

#### **2.1. Antecedentes**

##### **2.1.1. Internacionales**

**Alvarado et.al.(2020)**, en su investigación Determinación de metales pesados en agua potable: Caracterización de las principales fuentes de abastecimiento en Hidalgo del Parral, el presente estudio describe el análisis de muestras de agua potable en Hidalgo del Parral, Chihuahua, encontrando concentraciones anómalas de hierro y calcio en algunos sitios, mientras que los demás metales pesados estaban por debajo de los límites de referencia, el objetivo es analizar la calidad del agua potable y determinar si hay concentraciones anómalas de metales pesados que puedan representar un riesgo para la salud pública, encontrando concentraciones anómalas de hierro y calcio en algunos sitios, mientras que los demás metales pesados estaban por debajo de los límites de referencia dando como resultado concentraciones anómalas de hierro y calcio en algunas muestras de agua potable en Hidalgo del Parral, Chihuahua, mientras que los demás metales pesados estaban dentro de los límites de referencia y la calidad del agua en la región puede ser variable y que se necesitan más estudios para determinar si hay riesgos para la salud pública.

Herrera Murillo et al. (2019), comenta:

En su investigación con el título “Determinación de los niveles de arsénico presentes en sistemas de abastecimiento de agua de las regiones Chorotega y Huetar Norte de Costa Rica, América Central”. El objetivo es analizar las concentraciones de arsénico en muestras de agua destinadas para uso y consumo humano, y destacar la importancia de monitorear regularmente la calidad del agua para garantizar su seguridad para el consumo humano teniendo como resultado que algunos distritos presentaban incumplimientos en cuanto a las concentraciones de arsénico, lo que puede representar un riesgo para la salud de la población. El arsénico en el agua potable es un problema

global que puede afectar la salud humana y los ecosistemas. En algunos casos, como en el acuífero Meoqui-Delicias en México, los altos niveles de arsénico son de origen natural debido a depósitos minerales. Sin embargo, existen medidas para eliminar los minerales no deseados, como la ósmosis inversa.

**Mertens (2018)**, en su investigación menciona cuyo título es “Arsénico en el agua de consumo: riesgo y percepción del riesgo en Las Flores, Provincia de Buenos Aires” cuyo objetivo es estudiar la calidad del agua de red con base en la determinación del nivel de riesgo para la salud de la población de Las Flores para el período 2010-2016. Este estudio examina la ocurrencia de arsénico en el suministro de agua de Las Flores, Argentina, y los riesgos para la salud asociados. Se utilizó un modelo de la USEPA para analizar el riesgo, que mostró niveles altos de riesgo tanto para efectos carcinogénicos como no carcinogénicos. Además, se encuestó a la comunidad sobre su percepción del problema, encontrando que sobreestimaban la gravedad del problema. A pesar del alto riesgo, no se han reportado casos de hidroarsenicismo, y se sugieren estrategias de gestión comunitaria.

Según Hernández et al. (1998):

En su investigación “*Estudio de los niveles de plomo, cadmio, zinc y arsénico, en aguas de la provincia de salamanca* “.cuyo objetivo es analizar la presencia de plomo, cadmio, zinc y arsénico en muestras de agua de diferentes fuentes en la provincia de Salamanca y su relación con la zona de procedencia de las muestras y el punto de recogida de las mismas en el estudio se describe un estudio epidemiológico transversal y descriptivo que analiza la presencia de plomo, cadmio, zinc y arsénico en muestras de agua de diferentes fuentes en la provincia de Salamanca, se analizaron 180 muestras de agua mediante espectroscopía de absorción atómica. Los resultados muestran que un porcentaje significativo de las muestras analizadas superan las concentraciones máximas admisibles de cadmio y plomo, según la legislación vigente, pero los niveles de contaminación por zinc y arsénico son tolerables. No se observaron diferencias importantes en el grado de contaminación de las aguas por los elementos estudiados entre las cuatro unidades comarcales de la provincia, ni entre las aguas procedentes de redes de abastecimiento y aquellas muestras de pozos, fuentes, manantiales y aguas de superficie. En conclusión, el estudio sugiere que las aguas de la provincia de Salamanca presentan de forma "natural" altos contenidos de cadmio y plomo, probablemente debido a las características geológicas del terreno.

Para Monroy y Espinoza (2018):

En la investigación “*Factores que intensifican el riesgo toxicológico en comunidades expuestas al arsénico en agua*”, identificó los principales factores de

riesgo toxicológico por exposición a la contaminación con arsénico presente en agua, en población que habita en zonas donde se han detectado altos niveles de este metaloide, del estado de Guanajuato, reportaron que existe elevado porcentaje de riesgo de contaminación con arsénico debido al consumo de agua no potable, el 93% de las familias tenía acceso a agua de la llave no potable. En relación a la preparación de alimentos, el 13,3% agua de pozo y el 43,3 % agua de pipa. Concluyeron que la identificación de los principales factores de riesgo, incluyendo ausencia de seguridad alimentaria, permitirá diseñar una escala de validación, con la cual se obtendrá un tamizaje oportuno para prevenir posibles intoxicaciones por arsénico en comunidades en donde el agua del subsuelo está contaminada.

Según López y Díaz (2018):

En la investigación "*Estimación de riesgo carcinógeno por exposición crónica al arsénico a través del agua de consumo en la puna, Jujuy*", con el objetivo de estimar el nivel de riesgo carcinógeno para los pobladores locales debido a exposición crónica al arsénico a través del agua de bebida, se determinaron los niveles de arsénico mediante espectroscopía de emisión atómica de plasma acoplado inductivamente. Se calculó el riesgo carcinógeno con modelos matemáticos de la United States Environmental Protection Agency, reportó que las concentraciones medias de arsénico por departamento, la más elevada correspondió a Susques ( $0,135 \text{ mg//As} \pm 0,119$ ), aunque no se diferenció significativamente de la media de Cochinoca ( $t(df 13) = 1,47, p > 0,05$ ) ni de la media de Tumbaya ( $t(df 9) = 1,76, p > 0,05$ ). La segunda concentración media de arsénico más elevada fue la de Cochinoca ( $0,069 \text{ mg//As} \pm 0,013$ ), la cual se diferenció significativamente de la media de Tumbaya ( $t(df 8) = 2,41, p < 0,05$ ), que fue la menor ( $0,056 \text{ mg//As} \pm 0,003$ ). No obstante, las concentraciones medias de los tres departamentos superaron el valor máximo permitido ( $> 0,05 \text{ mg//As}$ ). En datos categorizados según procedencia del agua, la concentración media de As del grupo de red pública ( $0,054 \text{ mg//As} \pm 0,013$ ) fue significativamente menor que la media del grupo de otras procedencias ( $0,109 \text{ mg//As} \pm 0,095$ ), pero ambas superaron el valor máximo permitido en Argentina ( $> 0,05 \text{ mg//As}$ ).

Según Alli (2017):

En la investigación "Determinación de metales pesados y arsénico en muestras de agua del río reconquista mediante espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito", reportaron que la concentración del metaloide arsénico medido en las muestras de aguas, no superan el Valor Máximo Permitido para protección de la

vida para ninguno de los sitios de muestreo y que este metaloide se encuentra presente debido a las condiciones geológicas naturales de la región estudiada por lo que no se observan diferencias significativas en la concentración de arsénico disuelto y total ( $P > 0,05$ ). Por la misma razón, no hay grandes variaciones en la concentración hallada de dicho metal en verano y otoño. Como resultado la presencia de arsénico está presente debido a las condiciones geológicas de la región se encontró arsénico disuelto por no se puede diferenciar su presencia ni en el verano y otoño.

Según Blanco (2017):

En la investigación "*Arsénico en aguas del sudoeste bonaerense: del medio ambiente al ser humano*", con el objetivo determinar los valores de arsénico en aguas del sudoeste de Buenos Aires, Argentina, refieren que los resultados ratifican que el mayor riesgo para la salud humana deriva del uso (por extensos períodos) de agua de bebida con un nivel de As no aceptable ( $>10 \mu\text{g L}^{-1}$  OMS;  $>50 \mu\text{g L}^{-1}$  CAA). Sin embargo, el consumo de alimentos procedentes de producciones agrícolas, ganaderas y hortícolas desarrolladas aplicando aguas arseno-tóxicas incrementaría la ingesta diaria de arsénico, el que se adicionaría al aportado por el agua. Con ello, se vería incrementado el riesgo potencial de adquirir a largo plazo patologías derivadas de la presencia de arsénico y otros oligoelementos asociados.

Según Bolaños (2017):

En la investigación "*Determinación de arsénico en agua potable del Cantón del Grecia*", con el objetivo de determinar los niveles de arsénico en agua potable de Cantón del Grecia, con el método de absorción atómica, acoplado a generador de hidruros (AA-GH), determinaron que la concentración de arsénico medida en 26 nacientes del cantón de Grecia, es en promedio, diez veces más baja, respecto a los valores que establece el Reglamento para la Calidad del Agua Potable utilizado en Costa Rica. El parámetro de arsénico indicado en el decreto presenta un valor igual que otras normas recomendadas como la OMS, las cuales son estrictas en asegurar una concentración mínima en agua potable, que evite la generación padecimientos serios en la salud, debido al consumo de agua.

Para Mendoza (2017):

En la investigación "*Riesgos potenciales de salud por consumo de agua con arsénico en Colima, México*", con el objetivo de estimar los riesgos potenciales de salud debidos a la ingestión crónica de arsénico en agua en Colima, México, realizaron una investigación, se muestrearon aleatoriamente, 36 pozos en 10

acuíferos locales, de los cuales se obtuvieron como resultado que 80,5% tenían concentraciones de arsénico superiores a lo permisible por la OMS y la US EPA de 0,01 mg/L; mientras que siete pozos (19,4%) superaron las concentraciones permisibles para arsénico fijado por la NOM-127-SSA1-1994,  $\leq 0,025$  mg/L. De esos siete pozos, uno presenta un grave problema de contaminación (0,083 mg/L), mientras que los otros seis oscilaron entre 0,026 y 0,063 mg/L. Asimismo, se estimó que 446 personas se encontraban potencialmente en riesgo de presentar algún tipo de cáncer por el consumo crónico de arsénico, sin embargo, esto no necesariamente indica que la enfermedad se presentará.

Según Ramírez (2017):

En la investigación “Determinación de arsénico por el método del azul de Molibdeno en muestras de aguas provenientes de una planta de procesamiento de minerales auríferos”, con el objetivo evaluar la efectividad del tratamiento para la eliminación de arsénico en residuales líquidos generados por una planta de procesamiento de minerales auríferos de la región central, investigación descriptiva, obtuvieron como resultado que el valor inicial de la concentración de arsénico determinado en la presa de cola (PC), fue de 6,4 mg/L, es una laguna de almacenamiento de residuales líquidos sin tratar provenientes del procesamiento del mineral, por lo que las concentraciones de las sustancias contenidas en el proceso de extracción de oro son muy elevadas en comparación con las otras dos lagunas (LEA y LEB). Sin embargo, las concentraciones de arsénico luego del tratamiento y el vertimiento en la cuenca, superaron los parámetros normales de arsénico (0,250; 0,4; 0,25 mg/L de arsénico), siendo el valor máximo permisible que es 0,05 mg/L para la concentración de arsénico para este tipo de cuerpo receptor.

### **2.1.2. Nacionales**

Según Fernández et al. (2021):

Evaluación de la exposición a arsénico y factores de riesgo de aterogénesis en una población alto andina en Perú La exposición a arsénico (As) a través del agua de consumo es una problemática mundial que afecta a varias áreas geográficas. Sin embargo, la información relacionada con su exposición y sus efectos en Perú es limitada. Con el objetivo de estimar la relación entre la exposición a As y los factores de riesgo de aterogénesis en residentes de Jauja, Perú (3390 msnm), se realizó un estudio transversal en residentes de Apata (n = 31) y Molinos (n = 81) que consumían agua con concentraciones de As entre 5 y 47  $\mu\text{g/L}$ , respectivamente. Se evaluaron las concentraciones de As en agua y orina por espectrofotometría de absorción atómica

con generación de hidruros, además del perfil lipídico, la actividad arilesterasa de la paraoxonasa 1 (PON-ARE), la presión arterial y los niveles de glucosa en ayunas (Glu). En el estudio participaron 112 adultos de 18 a 81 años de edad. La mediana de las concentraciones de As total en orina (AsT-U) fue de 4.4 y 28.5 µg/L para Apata y Molinos, respectivamente. Según el análisis de regresión lineal múltiple por pasos, la disminución de la actividad PON-ARE y las concentraciones de colesterol no HDL estuvieron relacionadas con mayor concentración de AsT-U (Apata:  $\beta = -0.26$ , IC de  $-0.93$  a  $-0.17$ ,  $R^2 = 0.07$ ,  $p < 0.001$ ; Molinos:  $\beta = -0.38$ , IC de  $-0.797$  a  $-0.295$ ,  $R^2 = 0.15$ ,  $p < 0.001$ ). Por otra parte, se observó un aumento de Glu a mayor concentración de AsT-U ( $\beta = 0.22$ , IC de  $0.09$  a  $0.35$ ,  $R^2 = 0.09$ ,  $p < 0.05$ ). Los resultados sugieren que la exposición a As puede aumentar el riesgo de aterogénesis en la población de Molinos Jauja, Perú.

Para Calcina et al. (2022):

En su investigación el Arsénico en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en suelos agrícolas en Desaguadero, Puno – Perú comenta que el arsénico es un elemento presente en el medio ambiente tanto en formas orgánicas como inorgánicas, siendo su forma inorgánica más tóxica. La presente investigación busco cuantificar el arsénico presente en aguas subterráneas y muestras de suelo e identificar el impacto en los suelos agrícolas en la cuenca del río Callacame. Se colectaron y prepararon muestras para su análisis con la metodología EPA 6020 con ICP-MS. Los resultados mostraron concentraciones de arsénico en aguas subterráneas entre 3 a 446 ug/L, en suelos de 10 a 42,7 mg/Kg. En el caso de agua subterránea existieron 4 puntos que sobrepasaron los estándares de calidad ambiental para el país de origen de las muestras (Perú) Se concluyó que en un futuro si no se cuenta con la vigilancia adecuada pueden darse pie a procesos de bioacumulación y biomagnificación producto del riego de suelos con aguas subterráneas contaminadas con arsénico.

Según Cusiche Pérez et al. (2022):

En su instigacion Determinación de metales pesados en agua para consumo humano de la ciudad de Junín El estudio tuvo como objetivo determinar la concentración de metales pesados del agua para consumo humano de la ciudad de Junín mediante espectrofotometría por absorción atómica. Para el desarrollo, se utilizó pruebas no experimentales y la investigación descriptiva; se recolectaron muestras de agua de tres sectores de la población de la ciudad de Junín. Las concentraciones de los tres metales difieren en los sectores de la población Pb y AS de 0.001 a 0.002 mg/l y del Cd de 0.001 a 0.003 mg/l debido a que proceden de diferentes fuentes; sin embargo, la concentración de metales pesados plomo, cadmio y arsénico del agua de consumo de

la ciudad de Junín no exceden los ECAs de Perú D.S. 004-2017- MINAN para aguas potabilizadas destinadas a tratamiento de agua.

Para Morales et al. (2017):

En su investigación "*Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, región Tacna-Perú*" El arsénico representa un peligro para los ecosistemas y la salud humana donde su biodisponibilidad inmediata en las aguas superficiales puede estar condicionado por parámetros físico-químicos como el pH. El propósito del estudio fue determinar las concentraciones de arsénico total ante valores de pH en el agua superficial de la cuenca hidrográfica-Sama, Región Tacna-Perú. Durante agosto y noviembre del 2016 como abril y junio del 2017 se realizó un muestreo probabilístico en cuatro puntos referenciales correspondientes a la estación de muestreo Sama Bocatoma-Tranca. Existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0.05$ ) entre las concentraciones promedio -1 de arsénico total en cada mes (0.0731; 0,29835; 0,287 y 0.711 mg/L ) donde se superó el -1 valor permisible por la norma ambiental de regulación utilizada (0,01 mg/L ). En el caso del pH, los valores se encontraron en el rango establecido y aunque fueron aceptados, debe limitarse el valor de uso sobre las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica, ya que presentaron concentraciones de arsénico total no deseadas, lo cual podría ser perjudicial, si fueron destinadas al consumo sin tratamiento eficiente para el ser humano y/o riego de cultivo en el desarrollo agrícola.

Según Paredes et al. (2022):

En su investigación *El consumo de agua con alta concentración de arsénico provoca anemia infantil*, Se cree que la anemia es generada por la carencia de hierro, empero esta también puede ser inducida por factores: nutricionales, socioeconómicos y ambientales (consumo de agua con alta concentración de arsénico). El presente estudio modela el impacto del consumo de agua de pozo sobre la probabilidad de ausencia de anemia en niños de 6 a 36 meses de edad de la ciudad de Juliaca, Perú. La información analizada proviene de la Encuesta Demográfica y de Salud Familiar 2017, mediante modelos de respuesta ordenada se analizaron 201 observaciones correspondientes a hogares de Juliaca. Los resultados indican que el consumo de agua de pozo disminuye en 9,7% ( $p < 0,05$ ) la probabilidad de ausencia de anemia, 1 miembro adicional en la familia reduce la probabilidad de ausencia de anemia en 8,7% ( $p < 0,01$ ), el incremento en 1 g en la hemoglobina de la madre aumenta la probabilidad de ausencia de anemia en el hijo en 6,7% ( $p < 0,01$ ). En consecuencia, para mitigar la prevalencia de anemia es preciso: asegurar la calidad del agua para consumo humano, implementar

actividades que mejoren los indicadores nutricionales de niños y sus respectivas madres.

Según Meza-Duman et al. (2022):

En su investigación *Percepción Social de la Calidad del Agua y la Expansión Territorial de la Minería en Ollachea, Puno, Perú* El sector minero peruano tiene una gran importancia para las poblaciones rurales por los beneficios económicos que genera; sin embargo, también puede producir efectos negativos en los recursos hídricos. El objetivo de este estudio es abordar un enfoque multidisciplinario para el estudio de la influencia minera en la Comunidad de Ollachea y la Comunidad Minera mediante la evaluación fisicoquímica del río Oscocochi, la percepción social de la calidad del agua y el análisis comparativo de la expansión territorial minera y poblacional. Los resultados revelan que existe un nivel de acidez leve con un pH de 5.9 en el tramo final del río que podría afectar a la población aledaña, quienes manifestaron que la prevalencia de enfermedades gastrointestinales es causada principalmente por el desarrollo de la minería en la zona. Las imágenes satelitales multitemporales desde el año 2010 al 2019, revelaron que el crecimiento de la Comunidad de Ollachea está fuertemente asociado a la expansión territorial de la Comunidad Minera de Ollachea ( $r=0.95$ ,  $p$ )

Según Mendoza (2018):

En la investigación "*Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú*", con el objetivo de evaluar la calidad del agua superficial empleada para consumo humano en este centro poblado, a través de algunos indicadores fisicoquímicos, relacionando la gestión del agua y la comprensión del ciclo hidrológico, se hallaron las siguientes concentraciones ( $\mu\text{g/L}$ ) de arsénico evaluados el 10 de setiembre de 2017: río Caracha E1:  $(133,8228 \pm 50,5920)$ , E2:  $(43,4101 \pm 22,9603)$ , E5:  $(93,8889 \pm 80,4373)$ , río Colmapaccha  $(9,0489 \pm 7,9991)$ , efluente de la poza de oxidación  $(12,0317 \pm 10,3790)$ , puquial  $(6,8757 \pm 1,4890)$ , reservorio  $(2,500 \pm 1,4286)$  y la laguna Uerpococha  $(7,9233 \pm 4,6722)$ , respectivamente. Concluyeron que las cantidades elevadas de arsénico (primera campaña: E1=0,1008; E3=0,9915; E5=0,9985, segunda campaña: E1=0,1338; E3=0,4341; E5= 0,9389 en mg/L) en el río Caracha requieren un monitoreo más exhaustivo de la concentración de este elemento en la subcuenca.

Para Morales (2018):

En la investigación "*Riesgo ambiental por arsénico y boro en las cuencas hidrográficas Sama y Locumba de Perú*", efectuó un estudio para estimar el riesgo ambiental sostenible relativo ante concentraciones totales de arsénico y boro en

aguas superficiales de las cuencas hidrográficas Sama y Locumba, en Tacna, Perú, obteniendo que los valores de arsénico fueron 0,0731; 0,29835; 0,287 y 0,711 mg.L-1, lo que superó el límite máximo permisible (0,01 mg.L-1). Las concentraciones determinadas de arsénico por meses (agosto y noviembre) revelaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) y concluyeron que las aguas superficiales como recurso natural fueron no sostenibles y representaban un riesgo ambiental y para la salud humana.

Según Villena (2018):

En la investigación "*Calidad del agua y desarrollo sostenible*", refiere que las Empresas Prestadoras de Servicios reportaron niveles de arsénico a nivel nacional de la siguiente manera en los siguientes rangos ( $\mu\text{g/L}$ ): Piura (1,0 a 2,0), La Libertad (3,0 a 15,0), Cajamarca (0,3 a 0,4), Ancash (1,0 a 3,0), Lima (19,0 a 142,0), Junín (2,0 a 5,0), Pasco (2,0 a 3,0), Ica (5,0 a 11,0), Arequipa (28,0 a 132,0), Puno (15,0 a 17,0), Moquegua (43,0 a 62,0) y Tacna (16,0 a 42,0), respectivamente; siendo el límite máximo permisible de acuerdo a la Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de 0,010 mg/L (DS N° 031-2010-SA), concluye que la calidad del agua potable en el Perú está muy asociada a la calidad del agua de las fuentes (las mismas que en su gran mayoría están expuestas a los metales de origen natural y antropogénicas) y a la dificultad tecnológica y económica de las empresas de saneamiento de llevar a cabo procesos para depurar la presencia de metales, para garantizar el tratamiento de agua y prestar servicios de saneamiento a través de sistemas seguros y sostenibles.

Según Morales (2017):

En la investigación "Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, región Tacna-Perú", con el objetivo de determinar las concentraciones de arsénico total ante valores de pH en el agua superficial de la cuenca hidrográfica - Sama, Región Tacna - Perú. Durante agosto y noviembre del 2016 como abril y junio del 2017 se realizó un muestreo probabilístico en cuatro puntos referenciales correspondientes a la estación de muestreo Sama Bocatoma-Tranca, reportaron diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre las concentraciones promedio de arsénico total en cada mes (0,0731; 0,29835; 0,287 y 0,711 mg/L) donde se superó el valor permisible por la norma ambiental de regulación utilizada (0,01 mg/L). En el caso del pH, los valores se encontraron en el rango establecido y aunque fueron

aceptados, debe limitarse el valor de uso sobre las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica, ya que presentaron concentraciones de arsénico total no deseadas, lo cual podría ser perjudicial, si fueron destinadas al consumo sin tratamiento eficiente para el ser humano y/o riego de cultivo en el desarrollo agrícola. Concluyeron que debe limitarse el valor de uso sobre las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica Sama, Región Tacna-Perú, ya que presentan valores de arsénico total en concentraciones no deseadas, lo cual podría ser perjudicial, si fueran destinadas al consumo sin tratamiento eficiente potable para el ser humano y/o riego de cultivos.

Según Pino (2017):

En la investigación *“Efecto de las características ambientales y geológicas sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú”*, con el objetivo determinar la calidad del agua en la cuenca Caplina tomando como componentes principales el análisis de la geomorfología, geología, medio ambiente e hidrología, mediante la metodología de filosofía integrada, en la que se estudia el sistema mediante un triple análisis geológico, dinámico (hidrológico-climático) y proceso-respuesta (interacciones externas, entre ellas la calidad del agua resultante), se reportaron que las concentraciones de arsénico como contaminantes en el agua en periodo de estiaje en la cuenca Caplina, son las siguientes: Quebrada Aruma (1,434 mg/L), Quebrada Ancoma (0,2242 mg/L), Quebrada Toquela (0,0638 mg/L), Quebrada Caplina 1 (0,1807 mg/L) y Caplina 3 (0,31 mg/L). Finalmente, refieren que en la bocatoma Challata, según los reportes de calidad de agua, presenta una concentración de arsénico de 0,31 mg/L en épocas de estiaje y 0,055 mg/L en temporadas de lluvia; 124,7 mg/L, valores que están por encima de los parámetros normales.

Para Basualdo y Yacila (2015):

En la investigación *“Determinación de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la Región de Lima”*, con el objetivo de determinar los residuos de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac del distrito de San Mateo de Huánchor de la Región de Lima y en habas cultivadas en esta zona que son irrigadas por este río, utilizando el muestreo aleatorio simple presentan una concentración promedio de arsénico de 18,35 ppb con cifras extremas de 16,34 ppb – 21,34 ppb, no superando los límites máximos permisibles establecidos por el Decreto Supremo N° 002-2008 del Ministerio Nacional de Ambiente y de la Organización Mundial de la Salud (50 ppb en ambos casos).

Para Gonzales y Osorio (2014):

En la investigación “Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la concentración de cadmio y arsénico en aguas de consumo humano de la comunidad urbana de Chuquitanta – distrito de San Martín de Porres”, con el objetivo de determinar el grado de contaminación con arsénico y cadmio en aguas de consumo humano provenientes del reservorio central de agua potable del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) en la Comunidad Urbana de Chuquitanta - distrito de San Martín de Porres, se hallaron la concentración media de las muestras de agua provenientes de cilindros plásticos de las casas fue de 1,67 ppb para arsénico; que fue inferiores al límite máximo permisible dado por la OMS y el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de Perú: 10 ppb para arsénico. La concentración media de las muestras de agua provenientes de camiones cisterna fue de 1,21 ppb para arsénico; la concentración media de las muestras de agua provenientes del reservorio central de SEDAPAL fue de 1,27 ppb para arsénico.

### **2.1.3. Regionales**

Según Palomino (2016):

En la investigación “*Calidad de agua de consumo humano del distrito de Anco, La Mar, Ayacucho 2016*”, con el objetivo de evaluar la calidad de agua de consumo humano de las comunidades de Huayllahura, Chiquintirca, Ccollpa, Toccate y Huayrapata del distrito de Anco, La Mar, reportaron concentraciones de arsénico en las siguientes fuentes de agua: Huayllahura < 1,00 mg/L, Chiquintirca < 0,005 mg/L, Ccollpa < 1,00 mg/L, Toccate 2,6 mg/L y Huayrapata < 0,005 mg/L. Los valores de los parámetros químicos inorgánicos el arsénico se encuentra por encima de los valores permitidos en los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA), en muestras de agua de fuentes de captación mostrando un valor <1 mg/L en las comunidades de Huayllahura y Ccollpa y Toccate de 2,6 mg/L respectivamente. Concluyendo que el 100 % de las muestras de agua de consumo humano analizadas provenientes de cinco comunidades del distrito de Anco no cumplen con los parámetros estudiados establecidos en el D.S N° 031-2010 - SA.

Según Cortez (2015):

En la investigación “Características fisicoquímicas y biológicas de las aguas de las fuentes de abastecimiento y de consumo humano en el distrito de Talavera, Andahuaylas – Apurímac 2012”, con el objetivo de evaluar las características fisicoquímicas y biológicas de las fuentes de abastecimiento de agua para consumo humano en el distrito de Talavera, determinó que las concentraciones de

arsénico se presentaban en diferentes concentraciones como 0,014 mg/L en la fuente de agua Carmen y Sallar, 0,009 mg/L Ccoñeccpuquio, <0,008 mg/L en Cusibamba, Isopuquio 1 y Pachapuquio, respectivamente, lográndose caracterizar a las aguas de las cinco fuentes de abastecimiento y a las aguas para consumo humano para el distrito de Talavera.

## **2.2. Base teórico científico**

### **2.2.1. El agua**

El agua es una sustancia química inodora, insípida e incolora, compuesta por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, con la fórmula H<sub>2</sub>O. Es esencial para la vida y se encuentra en la naturaleza en forma líquida, sólida (hielo) y gaseosa (vapor). El agua tiene diversas funciones en el cuerpo humano, incluyendo la regulación de la temperatura corporal, la hidratación, la eliminación de desechos y la lubricación de las articulaciones. Según el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos, "el agua es esencial para la vida. El cuerpo humano está compuesto por aproximadamente un 60% de agua y es necesario para mantener la temperatura corporal, transportar nutrientes y oxígeno a las células, eliminar los desechos y lubricar las articulaciones" (NIH, 2021).

El agua es esencial para la vida y tiene una importancia fundamental en la salud humana, la agricultura, la industria y el medio ambiente. En términos de salud, el agua es necesaria para la hidratación y el mantenimiento de las funciones corporales, y su falta puede llevar a la deshidratación y otros problemas de salud. En la agricultura, el agua es necesaria para el riego de cultivos y la producción de alimentos. En la industria, el agua se utiliza en procesos de fabricación y producción de energía. Además, el agua es un recurso nativo significativo para el medio ambiente, ya que es necesaria para mantener los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad. En Perú, la disponibilidad de agua dulce renovable es alta, pero aún existen graves deficiencias en la disponibilidad de agua y saneamiento, especialmente en áreas rurales. Mejorar el acceso al agua y saneamiento sigue siendo una prioridad nacional en Perú para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente. Royal Society of Chemical (2021). El agua ha sido un elemento fundamental en la historia y cultura de muchas sociedades humanas, y ha sido objeto de estudio en diversas disciplinas, incluyendo la antropología. Por ejemplo, la antropología del agua se enfoca en el estudio de las relaciones entre las sociedades humanas y el agua, incluyendo su uso, gestión y significado cultural (Linton y Budds, 2014).

### **2.2.2. Recursos hídricos en el Perú**

Según el informe de la OCDE (2021). (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico). Perú cuenta con una gran cantidad de recursos hídricos, con una

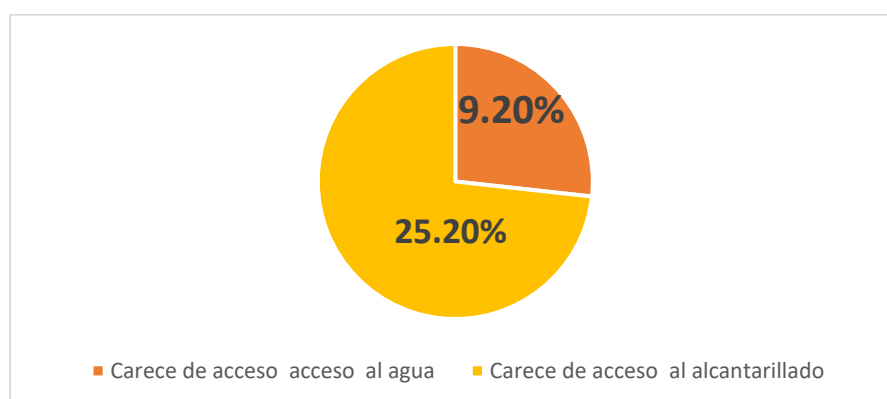
disponibilidad per cápita de agua dulce renovable de 77.600 m<sup>3</sup>/hab. al año, la mayor en América Latina. Sin embargo, existen importantes brechas en el acceso al agua y saneamiento, especialmente en áreas rurales, donde el 25.3% los residentes no tienen acceso al suministro público de agua y el 22.8% no tiene acceso a redes públicas de alcantarillado. Además, la contaminación del agua es un problema importante en algunas áreas del país debido a la actividad minera, la agricultura y la urbanización. A pesar de los esfuerzos del gobierno peruano para mejorar la gestión y conservación de los recursos hídricos, aún queda mucho por hacer para garantizar el acceso al agua y el saneamiento de toda la población y proteger los recursos hídricos del país.

El Perú tiene la mayor disponibilidad per cápita de agua dulce renovable en América Latina, con 77,600 m<sup>3</sup>/hab. al año. Sin embargo, esta disponibilidad no es uniforme en todo el país, ya que la costa tiene una disponibilidad mucho menor que la sierra y la selva. Además, el acceso al agua y saneamiento sigue siendo un problema en muchas áreas del país, especialmente en zonas rurales.

La disponibilidad de agua no es uniforme en todo el país, ya que la costa tiene una disponibilidad mucho menor que la sierra y la selva. Además, Perú tiene serios déficits en el acceso al agua y al saneamiento. Se estima que el 9.2% de la población no cuenta con servicio de agua potable y el 25.2% no cuenta con servicio de alcantarillado. La situación es peor en zonas rurales, donde el 25.3% de la población no tiene de acceso al suministro público de agua y el 22.8% carece de acceso a redes públicas de alcantarillado. La contaminación del agua es un problema importante en algunas áreas del país debido a la actividad minera, la agricultura y la urbanización.

### Gráfico 1

*Deficiencias en el acceso al agua y al saneamiento en Perú, 2021*



*Nota: datos obtenidos del informe de la OCDE, 2021*

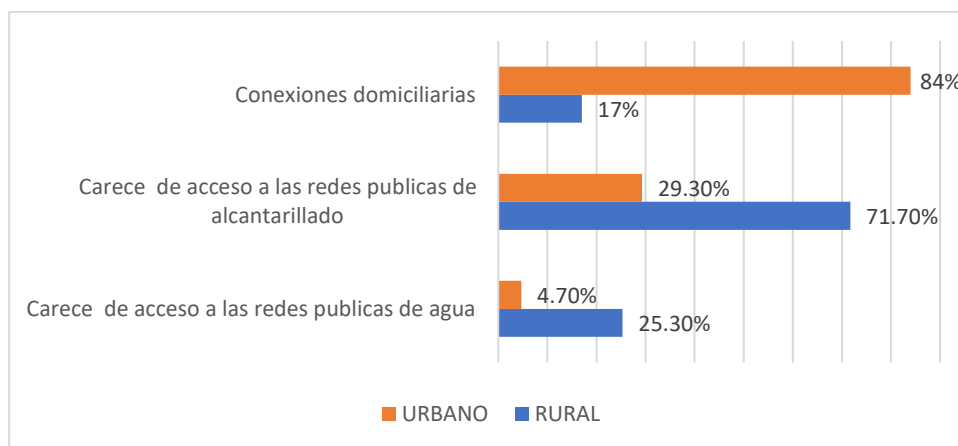
Según el informe de la organización intergubernamental OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico) que trabaja para establecer estándares internacionales

(2021) en Perú existe una amplia brecha entre las zonas urbanas y rurales en términos de acceso al agua y saneamiento.

Del grafico 2. Tiene acceso a de conexiones domiciliarias en zona urbana el 84% frente al 17% de conexiones domiciliarias en zonas rurales; carece de acceso a redes públicas de alcantarillado el 71.7% de la población que vive en zonas rurales frente al 29.30% de zonas urbanas; carece de acceso a redes públicas de agua 25.30% de los residentes rurales no tienen acceso al suministro público de agua, mientras que el 4.7% de los residentes urbanos no tienen acceso al suministro público de agua. Estas cifras indican que la disponibilidad de recursos hídricos es mayor en zonas urbanas que en zonas rurales en Perú.

## Gráfico 2

*La Brecha del sector urbano - rural en el acceso al agua y al saneamiento, 2021.*



*Nota: datos obtenidos del informe de la OCDE, 2021*

### 2.2.3. Arsénico en aguas subterráneas

“En general, los valores de fondo de concentración de arsénico en aguas subterráneas son, para la mayoría de los casos, inferiores a  $10 \mu\text{gL}^{-1}$ . Sin embargo, los valores citados en la literatura para aguas en condiciones naturales definen un rango muy amplio entre  $<0,5$  y  $5.000 \mu\text{gL}^{-1}$ ” (Orellana, 2008).

Según Orellana (2008):

La condición obvia para que exista una alta concentración de arsénico en las aguas subterránea es que este no se haya perdido por transferencia (flujo) o dilución, lo que confiere una dimensión temporal al problema, que en definitiva dependerá del régimen hidrogeológico y paleohidrogeológico del acuífero. El tiempo que tarda el arsénico en aguas subterráneas en perderse por flujo depende de varios factores, siendo un factor crítico el tiempo de residencia del agua en el acuífero: a menor tiempo de residencia, mayor tasa de renovación, y por tanto mayor tasa de pérdida de arsénico por flujo. La consecuencia directa es que, en general, en acuíferos profundos y “antiguos” será mucho más difícil encontrar altas concentraciones de arsénico, requiriéndose en estos casos flujos muy lentos.

#### **2.2.4. Arsénico en aguas superficiales: ríos**

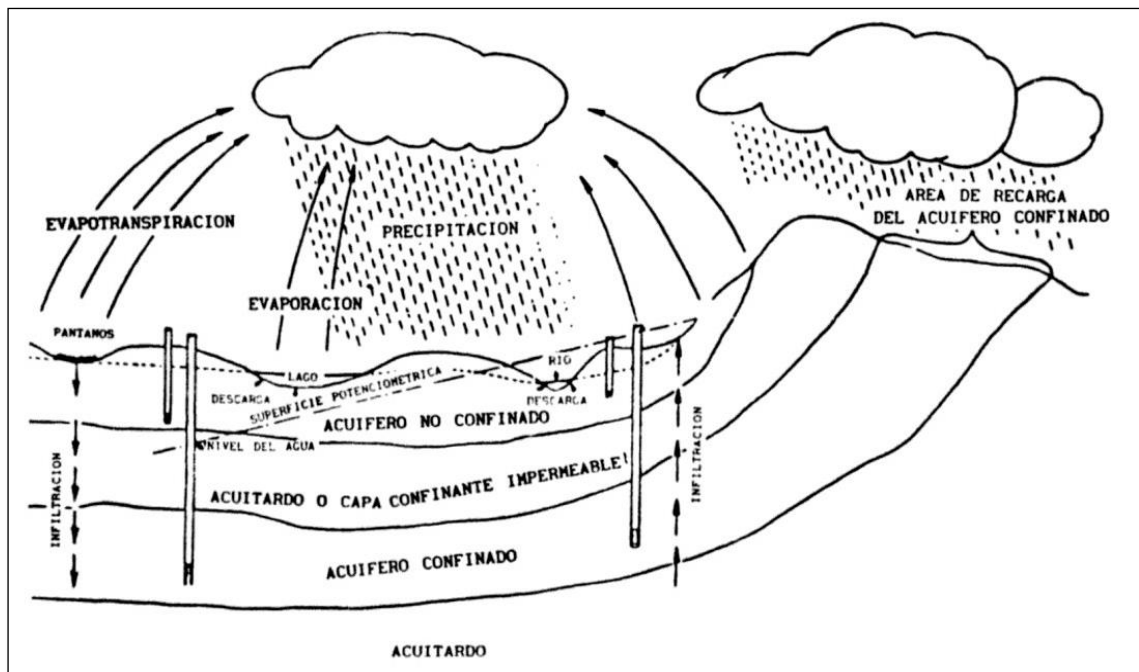
Según Orellana (2008):

Los valores de fondo de contenido de arsénico en ríos son relativamente bajos, en general, inferiores a  $0,8 \mu\text{g/L}$ , aunque pueden variar dependiendo de factores como recarga (superficial y subterránea), litología de la cuenca, drenaje de zonas mineralizadas, clima, actividad minera y vertidos urbanos o industriales. Por ejemplo, en áreas de clima árido, el aumento de la concentración de arsénico en las aguas superficiales se ve favorecido por procesos de evaporación, que además provocan un aumento en la salinidad y pH de las aguas. El proceso de saturación evaporativa ha causado, en parte, las concentraciones extremadamente altas ( $190\text{--}21,800 \mu\text{g/L}$ ). En relación a procesos asociados con la circulación geotermal, en Nueva Zelanda se han observado concentraciones en el rango  $28\text{--}36 \mu\text{g/L}$ . Se han citado valores de concentración de arsénico de hasta  $370 \mu\text{g/L}$  en zonas de influencia de sistemas geotermales como en Río Madison, sistema de Yellowstone. Las corrientes fluviales de zonas mineras o con mineralizaciones muestran contenidos altos de arsénico, generalmente en el rango de  $200\text{--}400 \mu\text{g/L}$  que no siempre han de tener un origen exclusivamente antropogénico.

“La forma pentavalente del arsénico As (V) tiende a predominar frente a la forma trivalente As (III) en las aguas superficiales, más oxigenadas que las aguas subterráneas” (Orellana, 2008).

### Gráfico 3

Ilustración del movimiento del agua entre atmósfera, agua superficial y acuíferos.



FUENTE: La contaminación del agua subterránea y su transporte en medios porosos (R.D.Arizabalo y G. Díaz. 1991).

#### 2.2.5. Contenido de arsénico en el agua Potable

EL contenido de arsénico en el agua potable y su impacto en la salud pública.

arsénico es considerado una de las diez sustancias químicas de mayor preocupación para la salud pública según la OMS. ha fijado un valor límite de 0.01 mg/L. Para el arsénico en el agua potable, aunque este valor se considera provisional debido a las dificultades para medir y eliminar el arsénico del agua de potable. La exposición prolongada al arsénico puede causar cáncer de piel, pulmón y vejiga, así como daños en la piel, trastornos del sistema nervioso, diabetes, anemia, daños en el hígado y los vasos sanguíneos.

El Departamento de Salud y Servicios Humanos y la EPA ((Environmental Protection Agency)(Agencia de Protección Ambiental)). protege a las personas y al medio ambiente de riesgos significativos para la salud, patrocina y realiza investigaciones y desarrolla y hace cumplir regulaciones ambientales a nivel mundial de los países que lo integran. El gobierno federal ha tomado medidas para proteger a la población del arsénico, estableciendo límites para la cantidad de arsénico en el agua potable.(Larios et al., 2015)

La situación del arsénico en el agua de consumo en el Perú, donde se revelo trazas de arsénico en algunos ríos y en el agua subterránea en varias áreas del país. Según un estudio de la Organización Mundial de la Salud, el 86% de los ejemplares de agua subterránea analizados en doce distritos del Perú superaron el límite de 0.01 mg/L de concentración de arsénico recomendado por la OMS. La exposición prolongada al arsénico puede causar graves problemas de salud, incluido cáncer, lesiones en la piel, trastornos nerviosos, diabetes, anemia, trastornos hepáticos y enfermedades vasculares. Además, el acceso al agua potable y saneamiento básico es desigual en el Perú, especialmente en las áreas rurales, donde la falta de estos servicios básicos ha sido relacionada con altos niveles de anemia infantil crónica. Aunque el gobierno peruano ha establecido objetivos para mejorar el acceso al agua y saneamiento, aún queda mucho por hacer para alcanzarlos. "El 86% de las muestras de agua subterránea analizadas en 12 distritos de Perú superaron el límite de 0.01 mg/L de concentración de arsénico recomendado por la OMS" (Boletín de la Organización Mundial de la Salud, 2014, p. 1).

#### **2.2.6. *Arsénico***

Según Orellana (2008):

El arsénico (As) es un metaloide, un elemento natural que no es realmente un metal pero que tiene algunas de las propiedades de este. Este elemento es uno de los más tóxicos del planeta. Se encuentra presente en suelos naturales y en casi todos los materiales geológicos. En algunos lugares se han detectado muy altas concentraciones de As debido a variaciones en las condiciones climáticas, pH, temperatura, condiciones de oxidación, actividades propias de la naturaleza, así como por las lixiviaciones de minerales en los procesos de extracción de Zn, Pb, Cu, Ag y Au con los que está asociado. Como consecuencia de la oxidación de minerales naturales con altos contenidos.

#### **2.2.7. *Características del arsénico como contaminante ambiental***

Según Falco (2012):

Destacan, como más abundantes en el medio ambiente, las formas inorgánicas como arsenitos, arseniatos y óxidos. También podemos encontrar formas orgánicas, como el metilarsénico o dimetilarsénico, producidas como consecuencia de la biometilación por parte de ciertos microorganismos. El arsénico inorgánico también se puede encontrar en el medio ambiente por actividades antropogénicas, ya que se utiliza como plaguicida, semiconductor, en aleaciones, esmaltes, en la industria del vidrio, química, etc. Los niveles naturales de arsénico en suelo están entre 1-40 µg/kg, aunque pueden ser superiores en algunas zonas, especialmente

cerca de depósitos naturales de arsénico o en lugares en los que se aplican pesticidas.

### **Formas de arsénico**

El arsénico se puede encontrar de forma elemental y se le denomina también arsénico gris o metálico, que como su nombre lo dice es de color gris acero y de un material sólido. Además, se puede encontrar en el ambiente en cuatro estados de oxidación -3, 0, +3, +5, sin embargo, generalmente se encuentra de dos formas primarias (Orellana, 2008):

**Arsénico Inorgánico:** combinado con elementos como por ejemplo Oxígeno, Cloro y Azufre. El arsénico se puede presentar en estos compuestos como Arsenito, con estados de oxidación 3 (As(III),  $As^{+3}$ ) y también denominado arsénico trivalente, o como Arseniato, con estados de oxidación 5, también denominado arsénico pentavalente (As(V),  $As^{+5}$ ). Un compuesto de arsénico inorgánico, puede ser el trióxido de arsénico ( $As_2O_3$ ) (Orellana, 2008).

**Arsénico Orgánico:** “el arsénico se combina con carbono e hidrógeno. Tales como ácido dimetilarsínico (DMAA,  $(CH_3)_2AsO(OH)$ ) y el ácido monometilarsónico (MMAA,  $CH_3AsO(OH)_2$ )” (Orellana, 2008).

### **2.2.8. Riesgos de compuestos de arsénico inorgánico**

#### **a. Intoxicación aguda**

Nordberg (2010) afirma que:

La exposición a dosis elevadas de compuestos de arsénico inorgánico puede producirse como una mezcla de inhalación e ingestión o como resultado de accidentes en industrias en las que se manejan grandes cantidades de arsénico (por ejemplo, trióxido de arsénico). Dependiendo de la dosis, se pueden presentar diversos síntomas y, si ésta es excesiva, puede resultar fatal. Se han observado síntomas de conjuntivitis, bronquitis y disnea, seguidos por molestias gastrointestinales y vómitos, y posteriormente, síntomas cardíacos y shock irreversible, con un curso temporal de horas. En un caso fatal, se describieron niveles de arsénico en sangre superiores a 3 mg/L.

#### **b. Intoxicación crónica**

Según Nordberg (2010):

En el caso de una exposición a largo plazo al arsénico a través de la comida, el agua o la medicación, los síntomas son en cierto modo distinto de los que surgen tras la exposición por inhalación. Dominan en el cuadro clínico los síntomas abdominales vagos: diarrea o estreñimiento, enrojecimiento de la piel, pigmentación e hiperqueratosis. Además, puede producirse una afectación

vascular, que en una región dio lugar a gangrena periférica. En la intoxicación crónica por arsénico son habituales la anemia y la leucopenia. La afectación hepática se ha observado con mayor frecuencia en las personas expuestas durante largo tiempo por vía oral que en las expuestas por inhalación, especialmente en los trabajadores de viñedos, cuya vía de exposición principal parece ser el vino contaminado. Existe una mayor incidencia de cáncer de la piel en este tipo de intoxicación.

#### **2.2.8.1. Efectos del arsénico en humanos**

Las secuelas del arsénico por ingestión en el ser humano pueden ser diversas y dependen de los órganos que esté atacando, algunos de estos efectos son (Orellana, 2008):

**1° Efectos gastrointestinales:** el arsénico produce una directa irritación gastrointestinal, pero mayor daño es la absorción de arsénico que se realiza en la sub mucosa. Algunos de los efectos producidos son vómitos, náuseas, dolor abdominal y diarrea.

**2° Efectos respiratorios:** por vía digestiva la ingestión puede producir fibrosis pulmonar intersticial, laringitis, bronquitis, bronquiectasias, neumonía.

**3° Efectos dermatológicos:** los efectos en la piel suelen ser los más notorios, ya que es donde se produce el mayor contacto y, por lo tanto, la mayor acumulación en el organismo. Los efectos en la piel pueden ser una inflamación hasta casos más extremos de hiper pigmentación, pérdida de cabello y cáncer.

**4° Efectos hepáticos:** cuando el hígado tiende a la acumulación de arsénico, los efectos que se pueden generar son: cirrosis, hipertensión y neoplasia hepática.

**5° Efectos renales:** los riñones, de la misma forma que el hígado, pueden acumular arsénico frente a repetidas exposiciones. Este sistema es la mejor ruta de excreción de arsénico del organismo pero también es donde se produce la transformación del arsénico a su forma más tóxica, desde As(V) a As(III). Como en otros órganos del cuerpo el arsénico tiende a producir modificaciones a nivel celular, una de las principales formas en que se puede detectar una acumulación de arsénico en los riñones es una deshidratación acelerada y, finalmente, produciendo una total falla renal.

**6° Efectos cardiovasculares:** básicamente los efectos que produce este tóxico se manifiestan como efectos en el miocardio, lo que finalmente genera taquicardias.

**7° Efectos neurológicos:** el arsénico en este caso ataca el área sensorial y motor, pero además puede dañar el sistema nervioso central (SNC), produciendo

efectos tales como: disminución de la memoria reciente, pérdida del sueño, irritabilidad anormal, disminución de la concentración, depresión y ansiedad.

Como se mencionó anteriormente, las consecuencias del arsénico por acumulación en el organismo pueden desencadenar problemas más graves a largo alcance, como mutagénicos, reproductivo y cáncer (Orellana, 2008):

**8° Efectos mutagénicos:** este tipo de efecto se relaciona con una alteración del material genético (ADN), identificado como variaciones en la estructura o número de cromosomas.

**9° Efectos reproductivos:** se ha detectado que la fuente de contaminación es a través de la placenta, esto produce o induce malformaciones de todo tipo.

**10° Efectos cancerígenos:** Los casos más comunes de cáncer producidos por arsenicismo, son el cáncer a la piel, pero también puede presentar cáncer en la lengua, pulmón, riñón, hígado e incluso producir leucemia, todo dependerá de la vía de contacto. Los tipos de cáncer más relevantes de la región de Antofagasta son el de pulmón, riñón y vejiga.

### **2.2.9. Calidad del agua**

Según Pérez (2014):

La calidad del agua se mide en función del grado de contaminación que tiene. Este término se utiliza en general para describir cualquier condición o sustancia que hace que el uso indiscriminado de aire, agua o tierra se vea restringida. Por ejemplo, el agua que por su nivel de contaminación se juzga adecuada para la irrigación, ya no tiene la calidad apropiada para su uso como agua potable. En el caso extremo, si el agua está demasiado contaminada, no tiene la calidad necesaria para ninguno de los usos comunes, como agua potable, de lavado, para irrigación o en plantas industriales (para generar vapor o como agua de enfriamiento). La contaminación del agua puede ser calorífica o con radioisótopos, iones de metales tóxicos y aniones, moléculas orgánicas, ácidos, álcalis y organismos que causan enfermedades (patógenos).

#### **2.2.9.1. Características organolépticas**

Según Martínez (2018):

Por características organolépticas entendemos aquellas propiedades físicas de la materia que pueden ser percibidas directamente por los sentidos. En el caso del agua nos referimos habitualmente al olor, al sabor y al color. Entre ellas se cita también la turbidez, la conductividad eléctrica y la temperatura, que nosotros consideraremos. El agua pura es incolora, inodora e insípida. Sin embargo, es habitual encontrar aguas naturales que no lo son, lo que pone de manifiesto la

presencia de determinados constituyentes de tipo químico o biológico. En general, cualquier característica organoléptica del agua nos es desagradable, si bien no necesariamente resultará perjudicial para la salud. Así, una suave coloración en el agua no necesariamente indica que esta sea mala para beber.

#### **2.2.10. Normativa Peruana sobre la calidad del Agua**

La normativa peruana según el Decreto Supremo N° 031-2010-S.A. se aprueban las disposiciones generales para la gestión de la calidad del agua sanitaria para garantizar su seguridad, prevenir riesgos para la salud proteger y promover la salud y bienestar de la población.

los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental. Los ECA para Agua establecen los parámetros y límites máximos permisibles (LMP) para diversos contaminantes en el agua destinada al consumo humano y otros usos. La Resolución Ministerial N° 031-2010-SA establece los ECA para Agua en Perú, que incluyen categorías y subcategorías de cuerpos de agua, así como los parámetros y LMP correspondientes. Los parámetros incluyen contaminantes como arsénico, cadmio, cromo, mercurio, plomo, selenio, entre otros. Es importante tener en cuenta que los ECA pueden variar según la normativa de cada país y que se actualizan periódicamente para adaptarse a las nuevas investigaciones y conocimientos sobre la calidad del agua y sus efectos en la salud humana y el medio ambiente. Estos límites varían según el tipo de agua y su uso, y se establecen en microgramos por litro (mg/L). Se establecen los LMP (Límites Máximos Permisibles) del contenido de arsénico en agua destinada al consumo humano en la sección de "INORGÁNICOS". En Perú, el LMP de arsénico en agua para consumo humano es de 0,01 mg/L. (Ministerio del Ambiente, 2017).

Asimismo la norma compila las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos Decretos Supremos.

#### **2.2.11. Los Parámetros de control obligatorio**

para el agua destinada al consumo humano son:

Coliformes totales

Coliformes tolerantes al calor

Color

Turbidez

Residuos de desinfectante

pH

Si es necesario, si el calor, si la prueba de coliformes termo tolerantes es positiva, se debe realizar una prueba confirmatoria para realizar un análisis de la bacteria *Escherichia Coli* para detectar contaminación fecal. Si en los resultados de la caracterización del agua se verifica la presencia de los parámetros especificados en los párrafos de este artículo, entonces en el plan de control de calidad (PCC) en diversos controles críticos o puntos de muestreo que excedan los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en este Reglamento o mediante las actividades de fiscalización y de control y 32 actividades de cuenca, se añaden como parámetros de control obligatorio (PACO) además de los parámetros mencionados en el artículo anterior.

### 2.2.12. Cuantificaciones Inorgánicos

Plomo, Arsénico, Mercurio, Cadmio, cromo total, Antimonio, níquel, selenio, bario, flúor y cianuros, citratos, boro, clorito clorato, molibdeno y uranio.

**Tabla 1**

*Límites Máximos Permisibles de parámetros inorgánicos*

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS INORGÁNICOS Y ORGÁNICOS		
Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo permisibles
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
1. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
2. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
3. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
4. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
5. Cianuro	mg CN L <sup>-1</sup>	0,070
6. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
7. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
8. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Cromo Total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
10. Flúor	mg FL <sup>-1</sup>	1,000
11. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
12. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
13. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
14. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 exposición corta 0,20 exposición larga
15. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
16. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
17. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
18. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015

Nota 1: para el caso de los sistemas existentes, en los planes sanitarios se establece el tiempo durante el cual se alcanza el valor Límite máximo permisibles de Arsénico de 0.010 mgL<sup>-1</sup>

Nota 2: la concentración de cloro libre residual no es obligatoria para una efectiva desinfección de las redes de distribución debe ser inferior a 0.5 mgL<sup>-1</sup>.

Fuente: DS N°031-2010-SA, Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) – Perú.

## **2.3. Métodos de recolección**

### **2.3.1. Preparación de materiales y equipos para el muestreo**

Antes de la muestra, asegúrese de tener todo lo necesario para completar las tareas anteriores:

#### **2.3.1.1. Materiales**

Pizarra

hojas de campo

Cuaderno de campo

Etiqueta para la caracterización a las botellas

Papel bloc

distintivo indeleble

Frasco de vidrio y de polietileno de boca ancha, primer cierre hermético de primer uso de 500 ml, 1L

Guantes descartables

Dosificador

Agua destilada

Cooler térmica

Hielo para conservar

#### **2.3.1.2. Equipos**

Tomavistas

GPS

Medidor multiparámetro

Comparador de cloro

Medidor de turbidez

#### ***Equipos de protección***

Calzado de seguridad

Mascarilla

Guantes de goma

#### ***Deferencias generales***

Prepare las botellas que se utilizaran para el muestreo de acuerdo con la lista de parámetros evaluados.

El frasco de muestras microbiológicas tiene que ser de vidrio estéril, neutro, atoxico, con tapa preservadora con cerrojo inescrutable, de 500mL de capacidad que será proporcionada por el laboratorio de control ambiental.

Los frascos de muestras microbiológicas no deben abrirse antes del momento de la toma de la muestra y no deben lavarse, deben dejarse destapados el menor tiempo

posible, evitando la introducción de cuerpos extraños que puedan perturbar los resultados.

el análisis físico químico, microbiológico, parasitológicos e hidrobiológicos, no son valiosos si las muestras analizadas no se recolectan, resguardan, almacenan, trasladan, acopian e identifican adecuadamente. (R.D N° 160-2015/DIGESA/SA).

## **2.4. Método de muestreo**

### **2.4.1. Establecimiento de los puntos de muestreo**

#### **2.4.1.1. Lugares fijos**

Se deben ubicar los siguientes puntos fijos de muestreo:

##### ***En la salida***

El punto de muestreo debe ubicarse en la cuenca de la fuente de toma de agua. Además, si el sistema de agua tiene dos o más fuentes de suministro se toman muestras en cada punto de recolección o si esto no es posible, si hay muchas fuentes en la caja receptora; ya sea que estén sobre el suelo o bajo tierra.

##### ***Salida del sistema de tratamiento de agua***

Los puntos de muestreo se ubicarán a la salida del sistema de tratamiento de agua, después de que el agua de la fuente haya pasado por procesos de tratamiento físico y químico, para hacerla segura. Este punto de muestreo, debe ser representativo del agua tratada (tubería de salida de agua, grifo de muestreo, tanque de agua tratada, etc).

##### ***Salida de la subestructura de almacenamiento (depósitos(s))***

El muestreo debe ubicarse en el grifo de la instalación a la salida del depósito si no existen accesorios adicionales (grifo o válvula) para el muestreo; el punto debe colocarse en el grifo de la casa más cercana al/los tanques que alimentan la red de distribución. En sistema de bomba o de gravedad sin tratar, es importante determinar este punto de muestreo, porque representa el agua tratada. Si hay más de un contenedor y marque sus usos para que no se superpongan. Los tanques flotantes no se considerarán para el muestreo.

##### ***En las zonas medias de la red de distribución y en los extremos más alejados***

En la red abierta, el o los puntos fijos de muestreo de agua de mayor longitud se colocan en las zonas medias de la red de distribución y en los ramales situados en sus extremos.

Si la red es cerrada los puntos de prueba se colocan en las áreas medias de la red de distribución y en sus 45 extremos; en la entrada de la red, en el punto más bajo de la red, en el punto más lejano de la red, teniendo en cuenta el canal más largo hasta el borde de la red. Si la red de distribución existe más de un área de servicio, para cada

área se deberá considerar el conducto más largo desde el punto de entrada al área del borde.

#### **2.4.1.2. Toma de Muestras**

##### ***a. Consideraciones generales***

La toma de muestra debe ser realizada por personal autorizado para las actividades destinadas a garantizar que las muestras sean representativas del agua suministrada a los consumidores y que su composición no cambie durante el muestreo y transporte.

Se debe identificar la ubicación de la muestra, la ubicación se determina mediante un sistema de posicionamiento Satelital (GPS), que se almacena en coordenadas UTM y utiliza para registrar los datos.

Dejar aproximadamente 2.5 cm de espacio en el volumen del recipiente (espacio de superior) para permitir la expansión de la muestra, la adición de conservantes y homogenización. (R.D N°160-2015/DIGESA/SA)

## **Capítulo III**

### **Metodología**

#### **3.1. Tipo de investigación**

La presente investigación es de tipo básica descriptivo y analítico, está dirigida al análisis de los niveles de arsénico en agua de consumo humano y la percepción en la población de Valle de Niño Yucaes Ayacucho.

##### ***Básica***

“Es la investigación que tiene propósitos prácticos inmediatos bien definidos, es decir, se investiga para actuar, transformar, modificar o producir cambios en un determinado sector de la realidad” (Carrasco, 2013).

##### ***Analítica***

“Pretende analizar los valores registrados para los parámetros contemplados en el Reglamento de Calidad del Agua Para Consumo Humano” (D.S. N° 031-2010-SA).

#### **3.2. Diseño de investigación**

Descriptiva, La investigación Se refiere a la descripción del contenido de arsénico en el agua de potable en las comunidades rurales situadas en el Valle de Niño Yucaes.

#### **3.3. Métodos de investigación**

“No experimentales, Son aquellos en los que las variables independientes no fueron maniobradas intencionalmente. Analizan y estudian los hechos y fenómenos de la realidad después de que han ocurrido” (Carrasco, 2013).

#### **3.4. Población, muestra y muestreo**

##### ***3.4.1. Población***

Fuentes de agua de consumo de captación y viviendas de las comunidades del valle de niño Yucaes, (Localidades de Niño Yucaes, Cccaccañan, Muyurina) Distrito de Tambillo- Provincia de Huamanga.

Población de las comunidades del valle de niño Yucaes, (Localidades de Niño Yucaes, Cccaccañan, Muyurina) Distrito de Tambillo- Provincia de Huamanga.

### **3.4.2. Tipo de Muestreo**

Muestreo intencional - por conveniencia del investigador.

#### **3.4.2.1. Tamaño de Muestra**

Para el análisis de niveles de arsénico tanto en toma de aguas subterráneas y tomas domiciliarias se recolectó una muestra de 6 botellas de 625 ml de cada fuente de agua para consumo (captación), y de igual modo muestra de agua de consumo de viviendas de las comunidades seleccionadas del Valle Niño Yucaes. (Localidades de Niño Yucaes, Cccaccañan, Muyurina). (a, b, c y d). con el procedimiento del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Para la percepción local de la población se recolectó la encuesta a los pobladores que radican de forma permanente que son en total 307 del que se se realizó el muestreo probabilístico obteniendo n=87, los que fueron encuestados en el recorrido ríos abajo del Valle de Niño Yucaes. Datos obtenidos por los puestos de salud de las localidades del Valle de Niño Yucaes.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Obtener datos de la población muestra

Establecer las variables

Considerar las herramientas y programas de computo

Realizar el procesamiento de datos

Obtener los resultados

### **3.6. Métodos de recolección Para Análisis de agua**

#### **3.6.1. Preparación de materiales y equipos para el muestreo**

##### **3.6.1.1. Materiales**

hojas de campo

Cuaderno de campo

Etiqueta para la caracterización a las botellas

Papel block

distintivo indeleble

Frasco de polietileno de boca ancha, primer cierre hermético de primer uso de 625 ml.

Guantes descartables

Agua destilada

Cooler térmica

Hielo para conservar

##### **3.6.1.2. Equipos**

Tomavistas

GPS

### ***Equipos de protección***

Mascarilla

Guantes de goma

### ***Deferencias generales***

Preparar las botellas que se utilizaran para el muestreo de acuerdo a lo especificado en el protocolo Nacional de muestreo de agua del ANA.

los análisis físicos químicos se recolectan, resguardan, almacenan, trasladan, acopian e identifican adecuadamente. (R.D N°160-2015/DIGESA/SA).

## **3.7. Método de muestreo**

### ***3.7.1. Establecimiento de los puntos de muestreo***

#### ***3.7.1.1. Lugares fijos***

Se deben ubicar los siguientes puntos fijos de muestreo:

#### ***Salida del sistema de tratamiento de agua***

Los puntos de muestreo se ubicarán a la salida del sistema de tratamiento de agua, después de que el agua de la fuente haya pasado por procesos de tratamiento físico y químico, para hacerla segura. Este punto de muestreo debe ser representativo del agua tratada (tubería de salida de agua, grifo de muestreo, tanque de agua tratada, etc.

#### ***En las zonas medias de la red de distribución y en los extremos más alejados***

En la red abierta, el o los puntos fijos de muestreo de agua de mayor longitud se colocan en las zonas medias de la red de distribución y en los ramales situados en sus extremos.

Si la red es cerrada los puntos de prueba se colocan en las áreas medias de la red de distribución y en sus 45 extremos; en la entrada de la red, en el punto más bajo de la red, en el punto más lejano de la red, teniendo en cuenta el canal más largo hasta el borde de la red. Si la red de distribución existe más de un área de servicio, para cada área se deberá considerar el conducto más largo desde el punto de entrada al área del borde.

### ***Toma de Muestras***

#### ***a. Consideraciones generales***

La toma de muestra debe ser realizada por personal autorizado para las actividades destinadas a garantizar que las muestras sean representativas del agua suministrada a los consumidores y que su composición no cambie durante el muestreo y transporte.

Se debe identificar la ubicación de la muestra, la ubicación se determina mediante un sistema de posicionamiento Satelital (GPS), que se almacena en coordenadas UTM y utiliza para registrar los datos.

Dejar aproximadamente 2.5 cm de espacio en el volumen del recipiente (espacio de superior) para permitir la expansión de la muestra, la adición de conservantes y homogenización. (R.D N°160-2015/DIGESA/SA)

### **3.7.1.2. Reconocimiento del área de estudio:**

Identificación de campo del área de estudio.

Definir los procesos.

reconocer la distribución del agua

### **3.8. Técnicas de recolección de Datos**

- Análisis químico para la determinación de arsénico.

Instrumentos

- Guía análisis químico para la determinación de arsénico.

Entrevista

Entrevista a los pobladores de las Localidades.

Entrevista de Campo

Visitas al sitio para evaluar el acopio, el abastecimiento y el repartimiento del agua.

### **3.9. Técnica de datos y análisis**

Los métodos utilizados en el procesamiento de datos serán estadística Descriptiva consiste en un conjunto de procedimientos diseñados para mostrar datos mediante tablas, gráficos, medidas resumidas y crear una identidad cuantifica.

Para procesamiento de datos y determinación de diferencias de **concentración**.

De Arsénico de metales en agua que ingresa y en los tejidos de las truchas, se aplicó las pruebas de Factor de Kruskal-Wallis de estudio de varianza de una vía, demostrándose la significancia a un nivel  $p < 0.05$ . Se utilizó de modo incluido las pruebas de rango múltiple Student-Newman-Keuls, un nivel de  $p < 0.05$ , para identificar los grupos homogéneos. Con los datos obtenidos, se construyó una matriz de datos en el software Excel 2010, para luego ser exportado al SPSS 24 e InfoStat. Dentro de los análisis estadísticos a realizarse fueron: – Estadísticos de tendencia central y dispersión. Se lograron estadísticos como la media y la desviación estándar, los cuales se presentaron en tablas y figuras. – Pruebas de Mann-Whitney, con el propósito de comparar las concentraciones de los metales pesados del agua y la musculatura del pez. – Prueba de Kruskal-Wallis. Para comparar las concentraciones de los metales pesados en el agua y la musculatura de los peces entre las tres piscigranjas. – Regresión correlación de Spearman. Para determinar la existencia de vínculo entre la

concentración de los metales pesados en el agua con lo presente en la musculatura de los peces. – En las pruebas estadísticas inferenciales, se utilizó un nivel de confianza del 95 % ( $\alpha= 0,05$ ).

### 3.10. Área de Estudio

Los centros poblados de Niño de Yucaes, Ccaccañam y Muyurina, pertenece al distrito de Tambillo, Provincia de Huamanga, Departamento de Ayacucho, está ubicado en la cuenca del rio Chacco en plena Sierra desde la época colonial, La Cuenca del Niño Yucaes ha servido para irrigar el fértil valle llamado de Muyurina, hay ganadería y cultivo de frutas y hortalizas; donde se cultivan diversos cultivos como alfares, frutales, cereales entre otros. Actualmente esta cuenca está empeorando debido a la creciente contaminación ambiental causada por una creciente población, que utiliza su agua como lavadero para lavar ropa y mantas, centro recreacional y otros fines.

#### Geográficamente

está comprendida entre las coordenadas geográficas de los paralelos 13°04' y 13°25' de latitud sur y los meridianos 73°56' y 74°13' de longitud oeste.

#### Políticamente

La sub cuenca alta pertenece al Departamento de Ayacucho de la provincia de Huamanga, comprende los Distritos de Chiara, Acocro, Tambillo y Acosvinchos.

**Limita**, con las cuencas de Huanta al Norte, con las cuencas del Rio Vischongo al Sur, Torobamba al Oeste y al Este con las microcuencas Huatatas, Cuchihuaycco y Alameda; El área de la cuenca del Niño Yucaes es de 694.30 km<sup>2</sup>.

**Tabla 2**

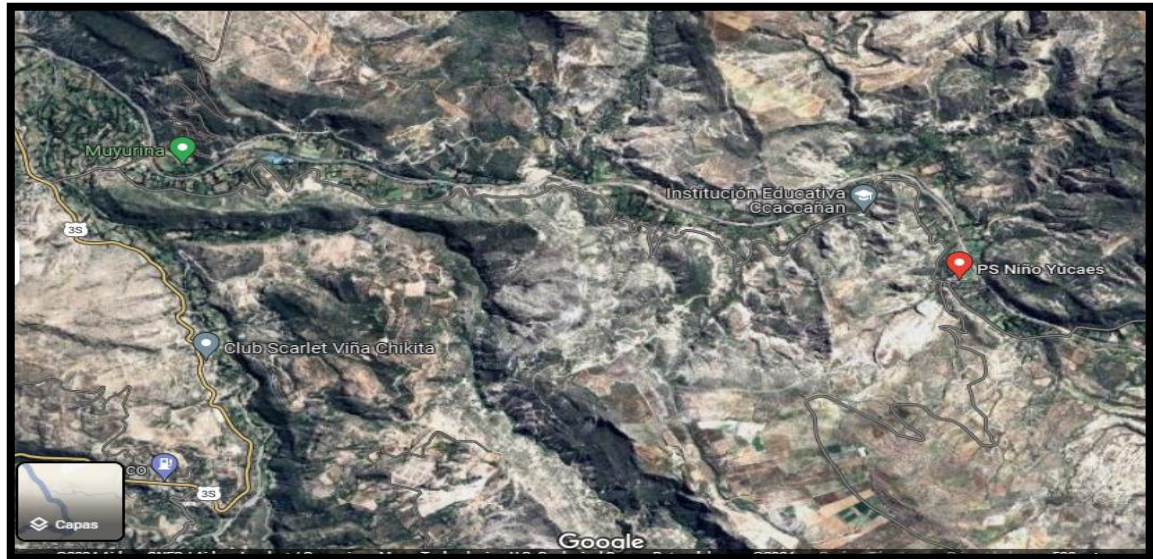
*Distribución Geográfica de Valle de Niño Yucaes*

DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	DENOMINACIÓN
DISTRITO	Tambillo
PROVINCIA	Huamanga
REGIÓN	Ayacucho
UBIGEO	050113
LATITUD SUR	13°7'18.1" S (-13.12168916000)
LONGITUD OESTE	74°8'57"W (-74.14916227000)
ALTITUD	2547 m.s.n.m.

Distribución geográfica

## Gráfico 4

### Valle de Niño Yucaes



Nota: imagen tomada de google Earth

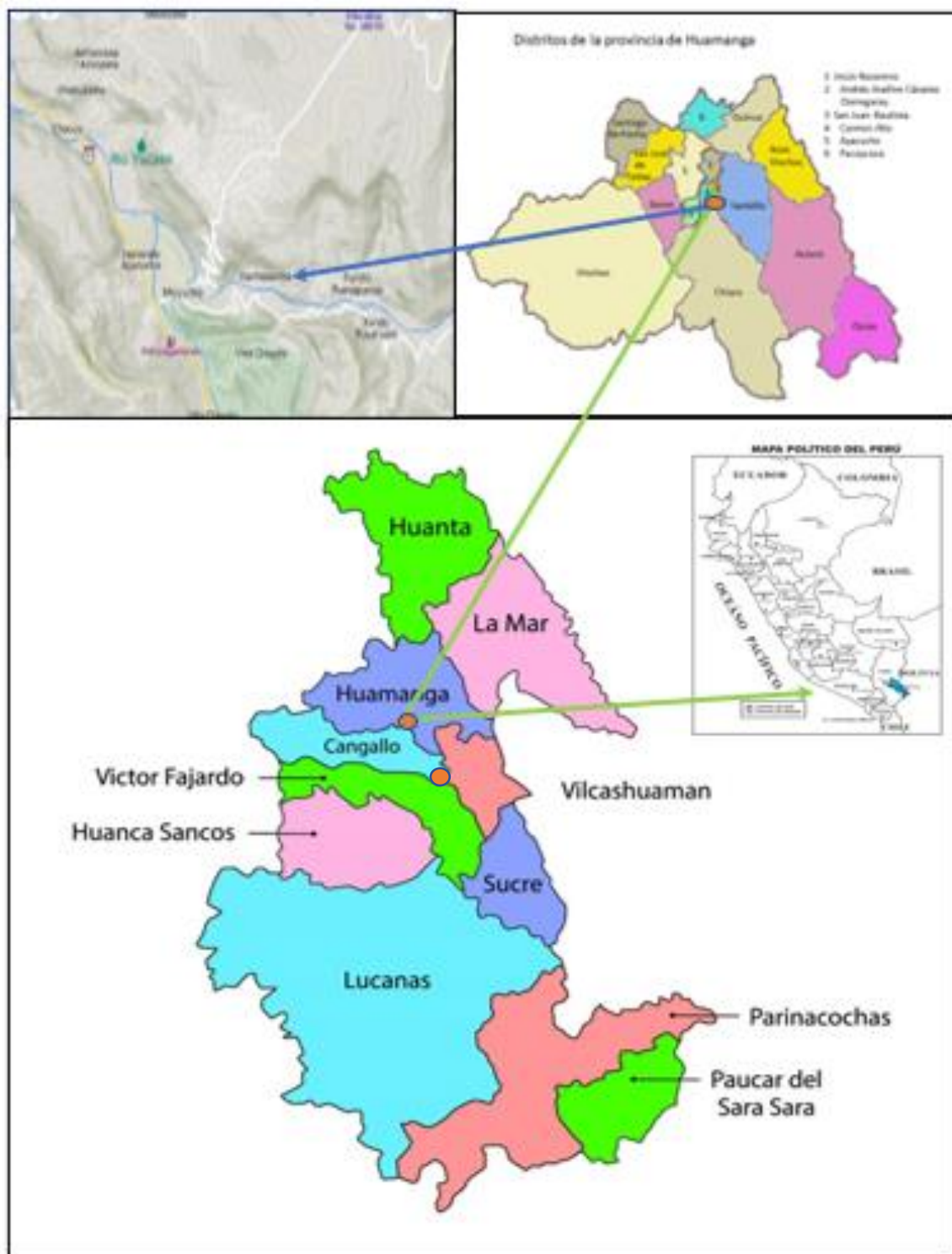
#### Sistema Hidrográfico

La Hidrografía del Río Niño Yucaes, está conformada básicamente por la confluencia de los siguientes afluentes principales por la margen izquierda: Río Chalhuamayo y Río Quishuamayo en las partes más altas teniendo su origen en el río Tirabamaba en Acocro.

Estos Ríos se originan en muchos afluentes alimentados por arroyos perennes y otros arroyos efímeros que fluyen sólo en los meses de lluvia.

### Gráfico 5

Plano de Ubicación del Valle de Niño Yucaes



### **3.11. Sistema de agua**

#### **3.11.1. Contexto Existente de los Servicios de Agua**

En los centros Poblados; (Niño Yucaes, Ccaccañan y Muyurina); del Valle de la Cuenca de Niño Yucaes, durante los trabajos de diagnóstico y toma de muestra en sus sistemas de agua potable, fueron encontrados algunas estructuras como pozos de Captación cerrados y otros abiertos; cada Centro Poblado en Mención tiene diferente lugar de Captación y diferente infraestructura de Captación, con aproximadamente 15 a 10 años de construcción.

#### **3.11.2. Niño Yucaes**

El Centro poblado en mención tiene una población de 130 personas registradas como habitantes en el Puesto de Salud de Niño Yucaes. Su sistema de abastecimiento de agua actual es el siguiente:

a) Captación que se encuentra a una distancia de 3,349.64 m, desde el Puesto de Salud de centro Poblado Niño Yucaes hasta el lugar donde nace la toma de agua y la conducen mediante tuberías; esta son las coordenadas 13°06' 53''S74°07'09''W, a 2,677.71 m.s.n.m. con una construcción de pozo de captación tipo cerrado de material concreto, (todo el área de captación cerrado con mallas de metal), esta se encuentra conectada en tuberías hacia otras pozas de colecta y luego conectada a los hogares. Según información brindada por el Personal de Salud y los Pobladores, se realiza la Limpieza y desinfección con una frecuencia 2 veces al año y la Cloración una vez por mes.

#### **3.11.3. Qaccañan**

El Centro poblado en mención tiene una población de 146 personas registradas en el Puesto de Salud de Niño Yucaes, su sistema de abastecimiento de agua actual es el siguiente:

a) Captación a 657.57 m, desde lugar de Captación hasta la I.E.Qaccañan con las siguientes coordenadas 13°06' 52''S74°08'56''W, a 2,544.32 m.s.n.m. con una construcción de pozo de captación tipo abierto de material concreto (coloración del agua rojo oscuro notorio), esta se encuentra conectada a tuberías directo hacia los hogares. Según información brindada por el Personal de Salud y los Pobladores se realizan, la Limpieza y desinfección de esta Captación pozo lo realizan con una frecuencia 1 vez al año y la Cloración una vez por cada 2 meses.

#### **3.11.4. Muyurina**

El Centro poblado tiene una población de 272 habitantes según el censo del 2017 del INEI, su sistema de abastecimiento de agua actual es el siguiente:

a) Captación a 2,503.17 m, desde lugar de Captación hasta la Puesto de Salud Muyurina con las siguientes coordenadas 13°08' 07''S74°11'08''W, a 2,548.91 m.s.n.m. con una construcción de pozo de captación tipo cerrado de material concreto esta se encuentra conectada a tuberías directo hacia los hogares. Según información brindada por el Personal de Salud y los Pobladores se realizan, la Limpieza y desinfección de estas pozas con una frecuencia 2 veces al año y la Cloración una vez por cada mes.

### 3.12. Población y muestra

Población

La población en estudio está conformada por los pobladores de Niño Yucaes, Qaccañan y Muyurina; del Valle de la Cuenca de Niño Yucaes, la misma asciende a un número total de: 307 pobladores que radican permanentes.

#### 3.12.1. Muestra

La muestra obtenida para el trabajo de investigación se realizó empleando el muestreo probabilístico, permitiendo identificar la muestra con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z^2 N p q}{z^2 p q + e^2 (N - 1)}$$

Donde:

n: Muestra

N: Población total

Z: Nivel de confianza de 95% correspondiente a (1.96)

e: Margen de error

p: Probabilidad de éxito

q: Probabilidad de fracaso

Datos:

n: Muestra = ¿

N: Población total = 547

Z: 95% Nivel de confianza, que correspondiente a (1.96) = 95% = 1.96

e: Margen de error = 5% = 0.05

p: Probabilidad de éxito = 50% = 0.5

q: Probabilidad de que no ocurra el fracaso= 50 % = 0.5

$$n = \frac{z^2 N p q}{z^2 p q + e^2 (N - 1)}$$

$$n = \frac{(1.96)^2(307)(0,5)(0,5)}{(1.96)^2(0,5)(0,5) + (0,05)^2(307 - 1)}$$

$n = 84$

La cantidad de pobladores a encuestar según la muestra obtenida alcanza un total de 84.

### **3.12.2. Muestreo**

El muestreo estratificado se realiza con una distribución proporcional al tamaño de la muestra lo que da como resultados lo siguiente:

Las herramientas de recolección de datos se utilizan para crear una base de datos la cual será procesada en el Software Estadístico IBM SPSS 24.0 (*Statistical Package for Social Science*), con los cuales se construirán cuadros de una y doble entrada, a los cuales se les aplicará la prueba de Análisis de Varianza, para determinar la variación de concentraciones en los puntos de muestreo.

### **3.13. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos**

#### **3.13.1. Técnica**

Al realizar la investigación se utiliza la técnica de la encuesta, López y Fachelli, (2015) definieron como una técnica que permite obtener de información primaria a través de la elaboración de cuestionarios basados en el problema de investigación.

#### **3.13.2. Ficha Técnica de los Instrumentos de recolección de Datos**

Se elaborará cuestionarios estructurados para cada una de las variables de investigación análisis del arsénico y la percepción de la población del niño Yucaes estas agrupadas cada una con 20 ítems o preguntas, considerando los indicadores relacionado a los niveles de arsénico de captación de agua de consumo del Valle de Niño Yucaes la concentración de arsénico en agua potable en viviendas de comunidades del Valle de Niño Yucaes.

#### **3.13.3. Procedimiento**

Plan de análisis de datos

### **3.14. Validación y confiabilidad del instrumento**

#### **3.14.1. Escala de Rensis Likert**

Blanco y Alvarado, (2005) señalan que la escala Likert permite medir niveles favorables y desfavorables considerando el punto neutro de cada afirmación, es decir, permite el estudio. Utilizando una escala de Rensis Likert con 3 opciones para ambas variables. Siendo para la variable 1: percepción de la presencia de arsénico en el agua (nunca, a veces y siempre).

### **3.14.2. Prueba de fiabilidad de alfa de Cronbach**

Tuapanta *et al.*, (2017) señalan que es un importante para la validez del cuestionario que este tenga propiedades como: factibilidad, confiabilidad, validez y sensibilidad, por lo que es la validación de la iniciativa y la consistencia del cuestionario.

$$\alpha = \frac{k}{k - 1} \left( 1 - \frac{\sum_{i=1}^k \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_x^2} \right)$$

Donde:

**k**: # ítems de la escala

$\sigma^2 Y_i$ : varianza de ítems i

$\sigma^2 X$ : varianza puntuación observada del individuo

Interpretación

$\alpha \geq 0.7 - 0.9$  será aceptable hasta excelente

$\alpha \leq 0.6 - 0.0$  será cuestionable hasta inaceptable

## **3.15. Métodos y técnicas de presentación y análisis de datos**

### **3.15.1. Técnica de proceso**

Se utilizan instrumentos de recolección de datos para crear una base de datos que se procesa con el software estadístico IBM SPSS 24.0 (*Statistical Package for Social Science*), con entrada simple y doble se crean tablas a las que se les aplica la prueba de varianza para determinar la variación de concentraciones en los puntos de muestreo.

### **3.15.2. Análisis de datos**

El análisis descriptivo utiliza tablas de distribución de frecuencias, presentación de gráficas y su interpretación en base a los resultados.

## Capítulo IV

### Resultados y discusión

#### 4.1. Resultados

##### 4.1.1. Análisis fisicoquímico de la presencia de arsénico

A continuación, se presentan los resultados de los parámetros fisicoquímicos tomados en diferentes puntos del valle Niño Yucaes- Qaqañan - Muyurina -Tambillo-Huamanga -Ayacucho. Cada tabla muestra la codificación de cada punto y el respectivo valor de la concentración de arsénico en las captaciones de agua domiciliaria y agua subterránea.

**Tabla 3**

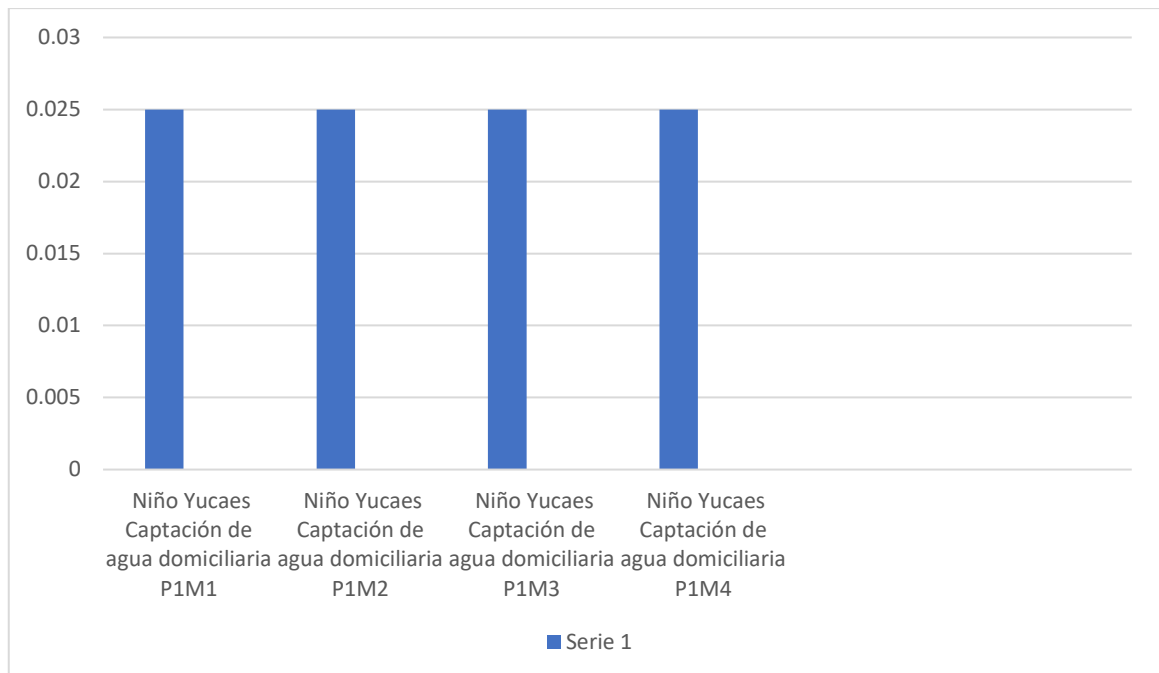
*Evaluación de la presencia de arsénico en Niño Yucaes agua domiciliaria*

Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
Niño Yucaes captación agua domiciliaria P1	Análisis A	(M-1) P <sub>1</sub> M <sub>1</sub> QT 0.025	0.01 mg/L
	Análisis B	(M-2) P <sub>1</sub> M <sub>2</sub> QT 0.025	0.01 mg/L
	Análisis C	(M-3) P <sub>1</sub> M <sub>3</sub> QT 0.025	0.01 mg/L
	Análisis D	(M-4) P <sub>1</sub> M <sub>4</sub> QT 0.025	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

## Gráfico 6

### Evaluación de la presencia de arsénico en Niño Yucaes agua domiciliaria



Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA

En la tabla N°3 y grafico N°3, se presentan los resultados de concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en el lugar de *Niño Yucaes* captación de aguas domiciliaria con 4 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P1M1 con la concentración de As de 0.025 mg/L; la muestra P1M2 la concentración de As de 0.025 mg/L; la muestra P1M3 la concentración de As de 0.025 mg/L y finalmente la muestra P1 M4 la concentración de As de 0.025 mg/L, se observa que la concentración de arsénico supera los límites establecidos por el ECA, agua de categoría 3, valores límites para agua de consumo y los valores del contenido máximo permisible EPA, la especificación de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA). Los datos recientes confirman la información presentada en el mapa de riesgo de metales pesados en la región Ayacucho, elaborado por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que resalta niveles elevados de arsénico en varios lugares.

**Tabla 4**

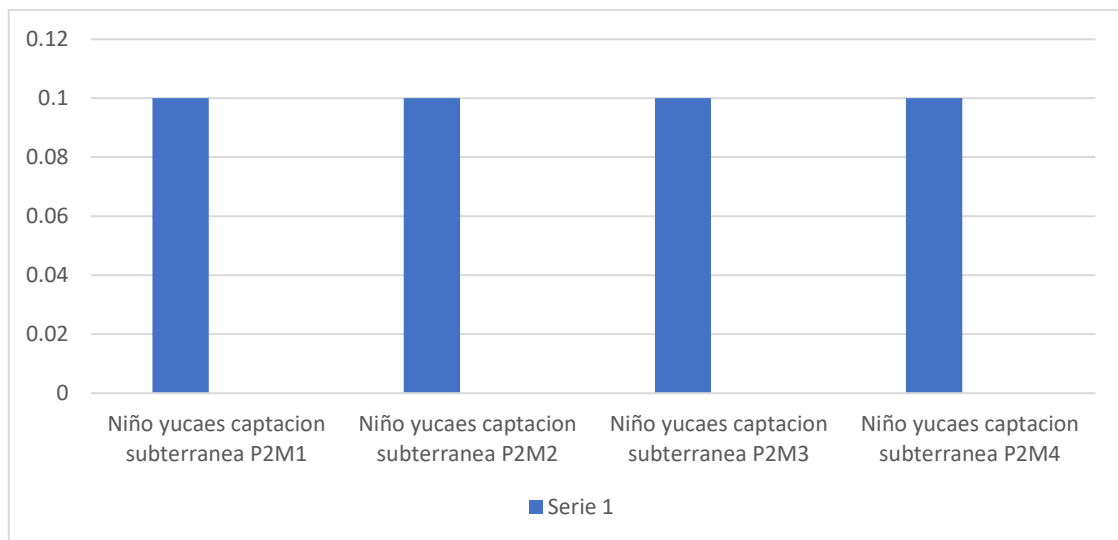
*Evaluación de la presencia de arsénico en Niño Yucaes Aqchapa, Quinoa captación de agua subterránea.*

Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
<i>Niño Yucaes Aqchapa, Quinoa captación de agua subterránea. P<sub>2</sub></i>	Análisis A	(M-1) P <sub>2</sub> M <sub>1</sub> QT 0.10	0.01 mg/L
	Análisis B	(M-2) P <sub>2</sub> M <sub>2</sub> QT 0.10	0.01 mg/L
	Análisis C	(M-3) P <sub>2</sub> M <sub>3</sub> QT 0.10	0.01 mg/L
	Análisis D	(M-4) P <sub>2</sub> M <sub>4</sub> QT 0.10	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

**Gráfico 7**

*Evaluación de la presencia arsénico en Niño Yucaes Quinoa captación de agua subterránea.*



La tabla N°4 y grafico N°4, reporta resultados sobre la concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en lugar de Niño Yucaes, Aqchapa, Quinoa captación de aguas subterráneas, con 4 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P2M1 con la concentración de As de 0.10 mg/L; la muestra P2M2 la concentración de As de 0.10 mg/L; la muestra P2M3 la concentración de As de 0.10 mg/L y finalmente la muestra P2 M4 la concentración de As de 0.10 mg/L, se observa que la concentración de arsénico

supera los límites establecidos por el ECA para agua clase 1, población recreativa. Subcategoría A: aguas superficiales para producción de agua potable y los valores de concentración máxima permisible de la EPA, especifican según normas de calidad 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA), datos recientes confirman la información presentada en el mapa regional de riesgo de metales pesados elaborado por Ayacucho. De la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que destaca funciones a niveles elevados de arsénico en varios lugares.

**Tabla 5**

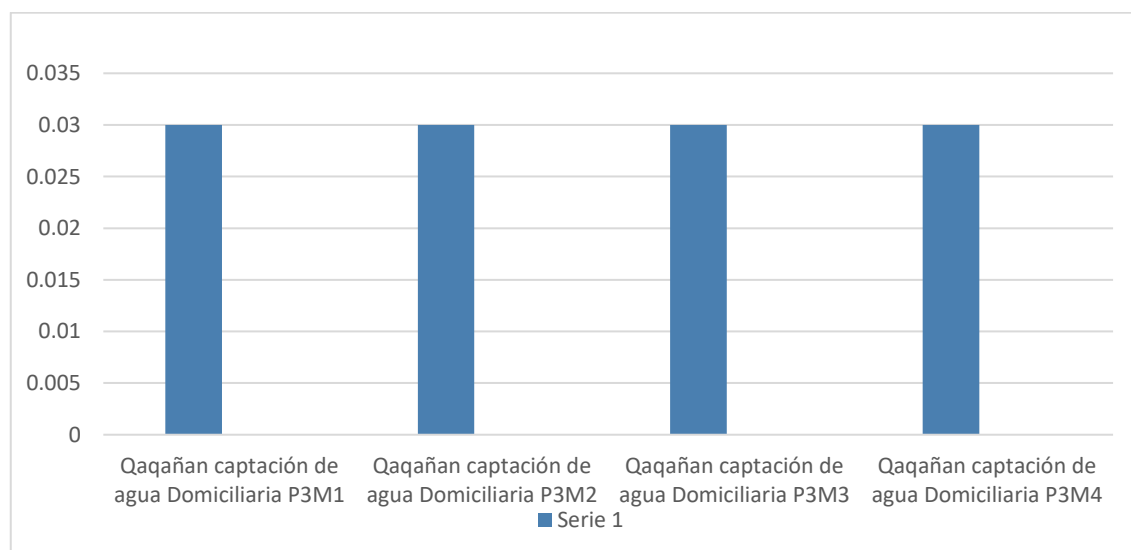
*Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua Domiciliaria*

Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
Qaqañan captación domiciliaria P <sub>3</sub>	Análisis A	(M-1) P <sub>3</sub> M <sub>1</sub> QT 0.03	0.01 mg/L
	Análisis B	(M-2) P <sub>3</sub> M <sub>2</sub> QT 0.03	0.01 mg/L
	Análisis C	(M-3) P <sub>3</sub> M <sub>3</sub> QT 0.03	0.01 mg/L
	Análisis D	(M-4) P <sub>3</sub> M <sub>4</sub> QT 0.03	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

**Gráfico 8**

*Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua domiciliaria*



En la tabla N°5 y grafico N°5, reporta resultados sobre la concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en el lugar de Qaqañan captación de aguas domiciliaria, con 4 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P3M1 con la concentración de As de 0.03 mg/L; la muestra P3M2 la concentración de As de 0.03 mg/L; la muestra P3M3 la concentración de As de 0.03 mg/L y finalmente la muestra P3 M4 la concentración de As de 0.03 mg/L, se observa que la concentración de arsénico supera los límites establecidos por el ECA, para agua de categoría 3, valores límites para agua de consumo y los valores del contenido máximo permisible EPA, la especificación de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA)., Los datos recientes confirman la información presentada en el mapa de riesgo de metales pesados en la región Ayacucho, elaborado por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que resalta niveles elevados de arsénico en varios lugares.

**Tabla 6**

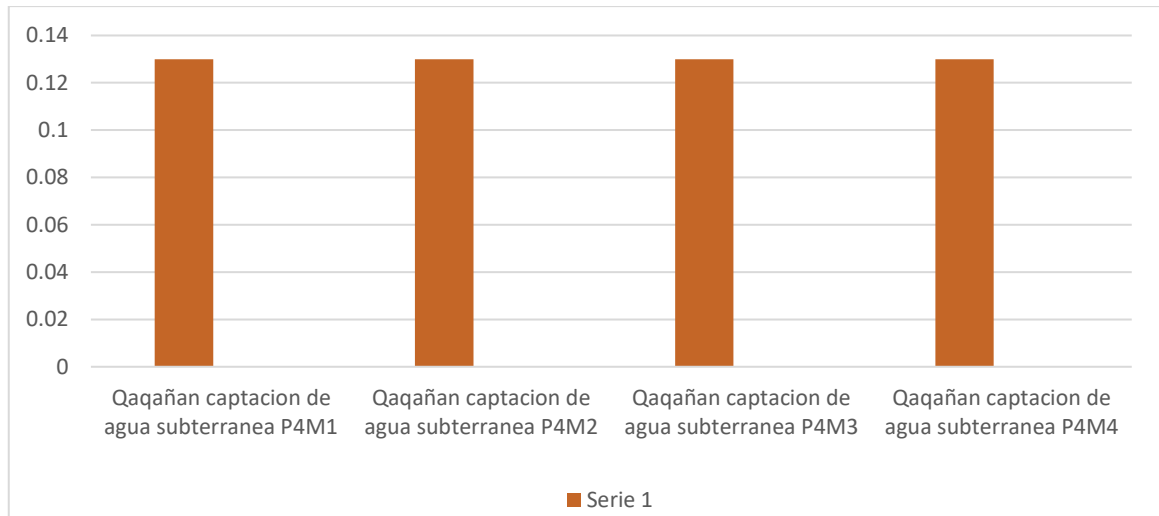
*Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua subterránea*

Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
Qaqañan captación Subterránea P <sub>4</sub>	Análisis A	(M-1) P <sub>4</sub> M <sub>1</sub> QT 0.13	0.01 mg/L
	Análisis B	(M-2) P <sub>4</sub> M <sub>2</sub> QT 0.13	0.01 mg/L
	Análisis C	(M-3) P <sub>4</sub> M <sub>3</sub> QT 0.13	0.01 mg/L
	Análisis D	(M-4) P <sub>4</sub> M <sub>4</sub> QT 0.13	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

### Gráfico 9

Evaluación de la presencia de arsénico Qaqañan captación agua subterránea



En la tabla N°6 y grafico N°6, reporta resultados sobre la concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en el lugar de Qaqañan captación de aguas Subterránea, con 4 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P4M1 con la concentración de As de 0.13 mg/L; la muestra P4M2 la concentración de As de 0.13 mg/L; la muestra P4M3 la concentración de As de 0.13 mg/L y finalmente se encontró que la concentración de P4M4 As de 0.13 mg/L, excedía los límites establecidos por el ECA para aguas de categoría 1, población recreativa. Subcategoría A: aguas superficiales para producción de agua potable y los valores máximos permisible EPA, la especificación de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA), Los datos recientes confirman la información mostrada en el mapa de riesgo de metales pesados en la región Ayacucho, elaborado por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que resalta niveles elevados de arsénico en varios lugares.

### Tabla 7

Evaluación de la presencia de arsénico San Juan de Niño Yucaes captación agua domiciliaria

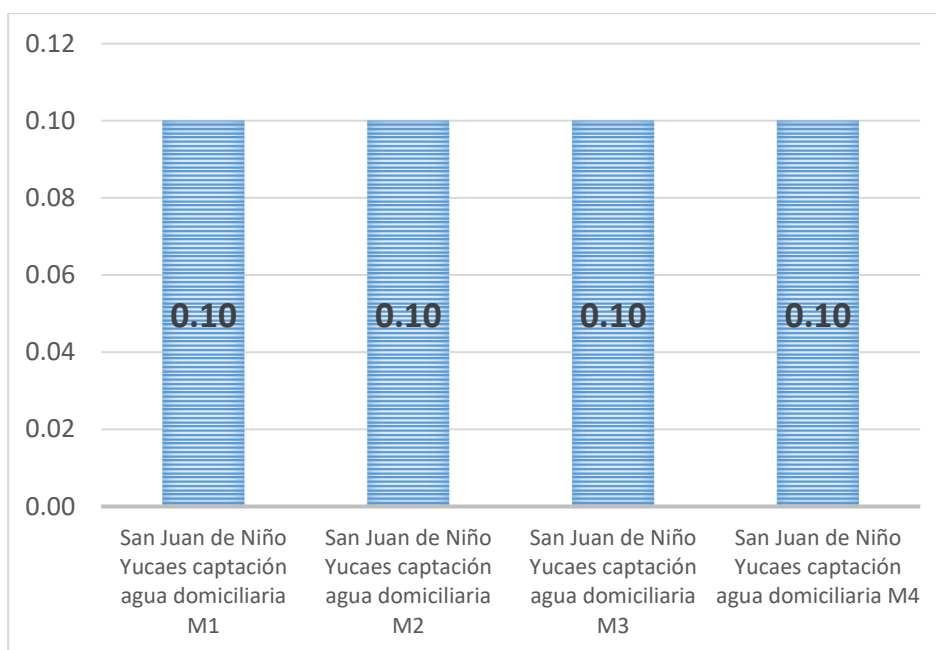
Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
San Juan de Niño Yucaes captación	Análisis A	(M-1) P <sub>5</sub> M <sub>1</sub> QT 0.10	0.01 mg/L
	Análisis B	(M-2) P <sub>5</sub> M <sub>2</sub> QT	0.01 mg/L

agua domiciliaria P <sub>5</sub>		0.10	
	Análisis C	(M-3) P <sub>5</sub> M <sub>3</sub> QT	0.01 mg/L
	Análisis D	(M-4) P <sub>5</sub> M <sub>4</sub> QT	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

### Gráfico 10

*Evaluación de la presencia de arsénico San Juan de Niño Yucaes captación agua domiciliaria*



La tabla N°7 y grafico N°7, reporta resultados sobre la concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en San Juan de Niño Yucaes captación agua domiciliaria (el agua proviene de la captación subterránea Qaqañan), con 4 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P5M1 con la concentración de As de 0.10 mg/L; la muestra P5M2 la concentración de As de 0.10 mg/L; la muestra P5M3 la concentración de As de 0.10 mg/L y posteriormente la muestra P5M4 la concentración de As de 0.10 mg/L, se observa que la concentración de arsénico supera los límites establecidos por el ECA para agua de categoría 3, valores límites para agua de consumo y los valores del contenido máximo permisible EPA, la especificación de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA). Los datos recientes confirman la información presentada en el mapa de riesgo de metales pesados en

la región Ayacucho, elaborado por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que resalta niveles elevados de arsénico en varios lugares.

**Tabla 8**

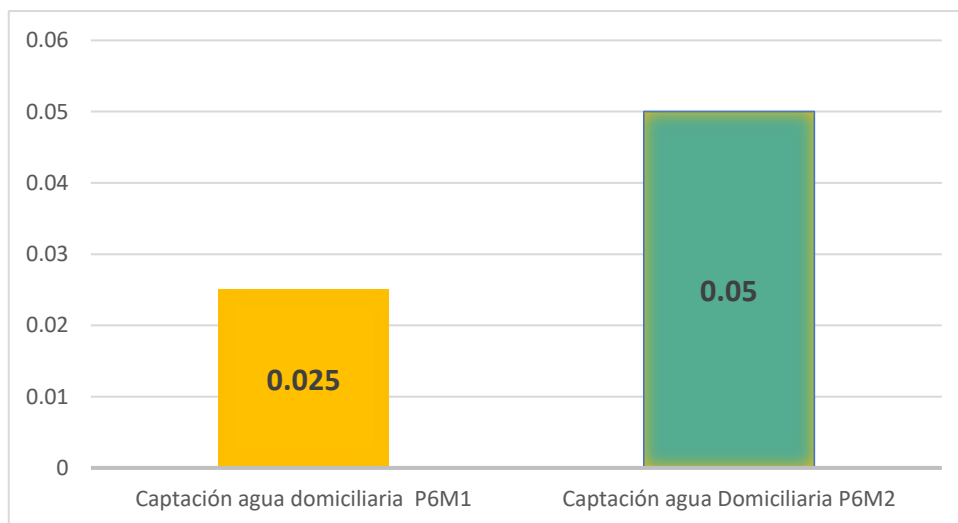
*Presencia de Arsénico en Muyurina captación agua domiciliaria*

Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
Captación domiciliaria P <sub>6</sub> agua	Análisis A	(M-1) P <sub>6</sub> DM <sub>1</sub> UY 0.025	0.01 mg/L
	Análisis B	(M-2) P <sub>6</sub> DM <sub>2</sub> UY 0.050	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

**Gráfico 11**

*Presencia de Arsénico en Muyurina captación agua domiciliaria*



La tabla N°8 y grafico N°8, reporta resultados sobre la concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en Muyurina captación agua domiciliaria, con 2 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P6M1 con la concentración de As de 0.025 mg/L; la muestra P6M2 la concentración de As de 0.05 mg/L; se observa que existe una diferencia entre ambas que indican distintas conjeturas relacionadas la acumulación del As en las tuberías, también se observa que la concentración de

arsénico supera los límites establecidos por el ECA para agua de categoría 3, valores límites para agua de consumo y los valores del contenido máximo permisible EPA, la especificación de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA)., Los datos recientes confirman la información presentada en el mapa de riesgo de metales pesados en la región Ayacucho, elaborado por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que resalta niveles elevados de arsénico en varios lugares.

**Tabla 9**

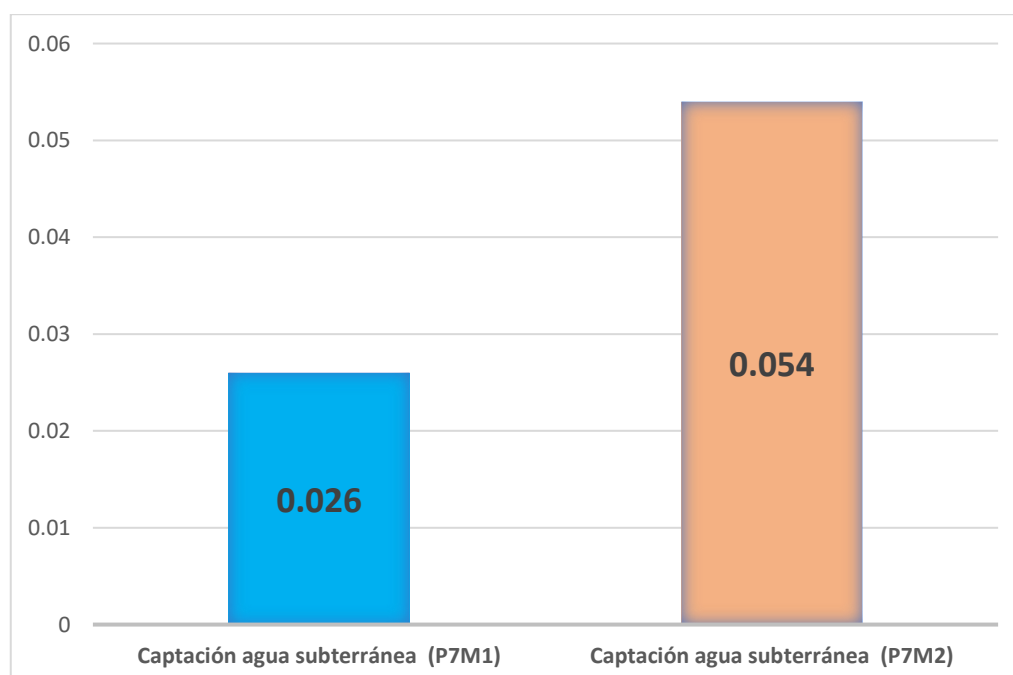
*Presencia de Arsénico en Muyurina captación Agua subterránea*

Punto de muestreo	Arsénico (mg/L As)	Resultados	Especificaciones
Captación subterránea P <sub>7</sub>	Agua	(M-1) P <sub>7</sub> OM <sub>1</sub> UY Análisis A 0.026	0.01 mg/L
		(M-2) P <sub>7</sub> OM <sub>2</sub> UY Análisis B 0.054	0.01 mg/L

*Nota: Información obtenida del laboratorio de química proximal DIRESA*

**Gráfico 12**

*Presencia de Arsénico en Muyurina captación Agua subterránea*



En la tabla N°9 y grafico N°9, reporta resultados acerca de la concentración de arsénico (As) en agua en miligramos por litro (mg/L), al realizar el muestreo en Muyurina captación agua subterránea, con 2 muestras presentan las siguientes concentraciones, la muestra P7M1 con la concentración de As de 0.026 mg/L; la muestra P7M2 la concentración de As de 0.054 mg/L; se observa que existe una diferencia entre ambas que indican distintas conjeturas relacionadas a la acumulación del As en captación subterránea. se observa que la concentración de arsénico supera los límites establecidos por el ECA, para agua de categoría 1, población recreacional. Subcategoría A: aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y los valores del contenido máximo permisible EPA, la especificación de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA), Los datos recientes confirman la información presentada en el mapa de riesgo de metales pesados en la región Ayacucho, elaborado por la Dirección Regional de Salud de Ayacucho, que resalta niveles elevados de arsénico en varios lugares.

#### PERCEPCIÓN EN LA POBLACIÓN DEL VALLE DE NIÑO YUCAES AYACUCHO.

**Tabla 10**

*Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo -captación domiciliaria -vivienda.*

Lugar	Niveles	N	%
Vivienda agua de consumo	Siempre	8	9.52
	A veces	40	47.62
	Nunca	36	42.86
	Total	84	100.00

### Gráfico 13

Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo -captación domiciliaria -vivienda.



**Interpretación:** La Tabla N°10 y gráfico N°10, muestra la percepción de la población del Valle de Niño Yucaes sobre la presencia de arsénico en el agua de consumo captación domiciliaria en las viviendas. De un total de 84 pobladores encuestados, el 9.52% indicó que siempre conocían la presencia de arsénico en el agua de consumo, el 47.62% indicó que a veces lo conocían, y el 42.86% indicó que nunca lo conocían. Estos resultados resaltan la percepción de la población local sobre la presencia de arsénico en el agua de consumo en las viviendas, lo que puede tener implicaciones importantes para la concienciación y la adopción de medidas para garantizar la seguridad del agua potable.

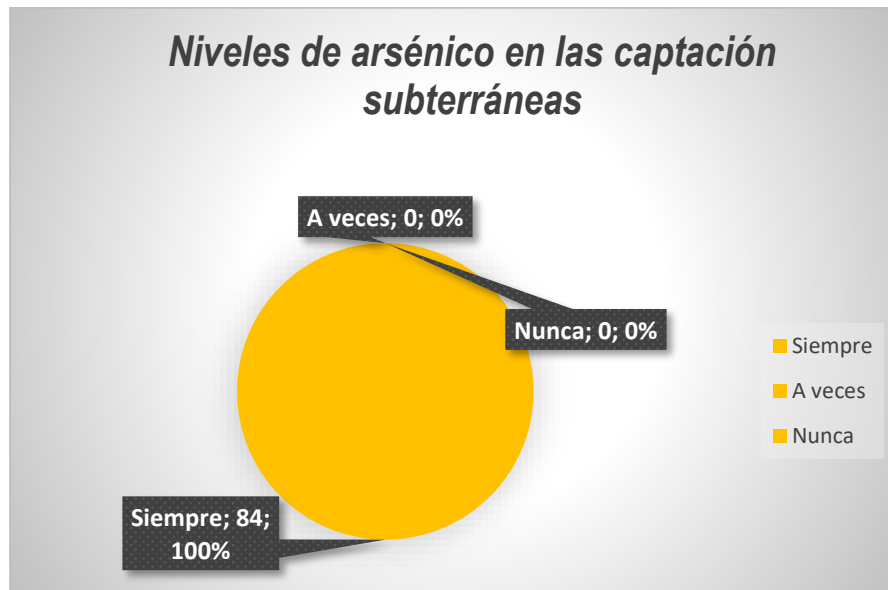
### Tabla 11

Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las captaciones subterráneas

Lugar	Niveles	N	%
Agua en captaciones subterráneas	Siempre	84	100.00
	A veces	0	0.00
	Nunca	0	0.00
Total		84	100.00

#### Gráfico 14

Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las captaciones subterráneas



Interpretación:

La Tabla 11 y grafico 11, se muestra los resultados de la percepción de la población del Valle de Niño Yucaes sobre la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua subterránea. De un total de 84 pobladores encuestados, el 100% conoce la presencia de arsénico en el agua de captación subterránea. Esto indica que la población tiene conocimiento de la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua subterránea en la región estudiada.

#### Tabla 12

Percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo y consumo en las viviendas

		Conoce la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo							
		Siempre		A veces		Nunca		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Conoce la presencia de arsénico en agua de consumo en las viviendas	Siempre	8	9.52	0	0.00	0	0.00	8	9.52
	A veces	40	47.62	0	0.00	0	0.00	40	47.62
	Nunca	36	42.86	0	0.00	0	0.00	36	42.86
	Total	84	100.00	0	0.00	0	0.00	84	100.00

**Interpretación:** La Tabla N°12 muestra los resultados de la percepción de la población del Valle de Niño Yucaes de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo captación domiciliaria, de 84 pobladores el 9.52% conoce sobre la presencia de arsénico en agua de consumo, el 47.62% a veces conoció la presencia de arsénico en agua de consumo en las viviendas y 42.86% nunca conoció la presencia de arsénico en agua de consumo en las viviendas, por lo tanto los pobladores no tienen información de la presencia de arsénico en el agua de consumo en sus viviendas .

#### **4.2. Discusión**

Cumplida la investigación “Análisis de los niveles de arsénico en agua de consumo humano, y la percepción en la población del valle de niño yucaes Ayacucho 2019”.En este estudio se tiene como Objetivo principal “Análisis de los niveles de arsénico en agua de consumo humano, y la Percepción en la población del Valle de Niño Yucaes Ayacucho. Para el que se realizaron tomas de muestras de agua subterránea y domiciliaria, entrevista a los miembros de las localidades como referencia la localidad de Niño Yucaes, Qaqañan y Muyurina.

El Valle de Niño Yucaes las comunidades de Niño Yucaes, Qaqañan y Muyurina; se abastecen de agua subterránea (ojos de agua) son tres los puntos evaluados a los que se le realizaron los análisis de niveles de arsénico y a los domicilios que abastece, se constata que no se realiza ningún tratamiento frente a este problema de salud pública, por los resultados de niveles altos obtenidos superan los LMP de 0.01 mg/l establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Herrera et al.(2019) en la determinación de niveles de arsénico afirma que el agua destinada para el consumo humano presenta incumplimientos en cuanto a las concentraciones de arsénico, lo que puede representar un riesgo para la salud de la población está respaldada por resultados de Monroy y Espinoza (2018) que han detectado altos niveles de este metaloide en el estado de **Guanajuato**, reportando un elevado porcentaje del riesgo de contaminación con arsénico debido al consumo de agua no potable, López y Díaz (2018), estimo el nivel de concentraciones medias de arsénico por departamento en **Argentina**, la más elevada con un valor de 0,135 mg//As ±0,119 y la menor con un valor de 0,056 mg//As ± 0,003, estos valores superan los valor máximo permitido de >0,05 mg/L. Blanco y col. (2017), en la determinación de valores de arsénico en Buenos **Aires**,

**Argentina**, refieren que los resultados ratifican que el mayor riesgo para la salud humana deriva del uso por extensos períodos de agua de bebida con un nivel de As no aceptable  $>10 \mu\text{g L}^{-1}$  OMS;  $>50 \mu\text{g L}^{-1}$  CAA, llegando a la conclusión de puede contribuir en la contaminación la producción agrícola, ganadera y hortícola utilizando aguas tóxica para el arsénico aumentaría al agua producida. Esto aumentaría el riesgo potencial de patologías a largo plazo debido a la presencia de arsénico y otros oligoelementos asociados.

Las investigaciones nacionales no se alejan de la problemática del arsénico presente en agua de consumo, Calcina en el año 2022 menciona que el arsénico presente en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en suelos agrícolas en Desaguadero, Puno – Perú, presente en el medio ambiente de manera inorgánica más tóxica, muestra concentraciones de arsénico en aguas subterráneas entre 3 a 446  $\mu\text{g/L}$ , en suelos de 10 a 42,7  $\text{mg/Kg}$ , 4 puntos que sobrepasaron los estándares de calidad ambiental. finalmente Villena (2018), en la investigación “*Calidad del agua y desarrollo sostenible*”, reporta que las empresas prestadoras de servicios reportaron niveles de arsénico a nivel nacional de la siguiente manera en los siguientes rangos ( $\mu\text{g/L}$ ): Piura (1,0 a 2,0), La Libertad (3,0 a 15,0), Cajamarca (0,3 a 0,4), Ancash (1,0 a 3,0), Lima (19,0 a 142,0), Junín (2,0 a 5,0), Pasco (2,0 a 3,0), Ica (5,0 a 11,0), Arequipa (28,0 a 132,0), Puno (15,0 a 17,0), Moquegua (43,0 a 62,0) y Tacna (16,0 a 42,0), respectivamente; siendo el límite máximo permisible de acuerdo a la Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano de 0,010  $\text{mg/L}$  (DS N° 031-2010-SA), concluye que la calidad del agua potable en los departamentos del Perú están estrechamente relacionados con la calidad del agua proveniente de fuentes, la mayoría de las cuales están expuestas a metales de origen natural y antropogénico, las dificultades tecnológicas y financieras de las empresas de agua para llevar a cabo procesos de purificación para garantizar el tratamiento de agua y prestar servicios de saneamiento a través de sistemas seguros y sostenibles.

En relación a la percepción de la presencia de As en agua de consumo, Mertens (2018) en el estudio de la calidad del agua, Además, se encuestó a la comunidad sobre su percepción del problema, encontrando que sobreestimaban la gravedad del problema. A pesar del alto riesgo, no se han reportado casos de hidroarsenicismo, y se sugieren estrategias de gestión comunitaria tema que no se aleja de los resultados obtenidos en la presente investigación donde se muestra que los pobladores conocen de la presencia de As en agua de consumo en captaciones de agua subterránea y domiciliaria

pero no nace la preocupación de problemática a la salud, mostrando cierta indiferencia ante la presencia de As en sus aguas

## Conclusiones

Se demostró la hipótesis En las Comunidades del Valle de Niño Yucaes los niveles de Arsénico en las fuentes de captación de agua de consumo no cumplen con los LMP y ECAs de 0.01 mg/L establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM. se encuentran en parámetros superiores a lo permitido (0,010 mg/L).

Niveles de arsénico en agua de consumo en las viviendas de las comunidades del Valle de Niño Yucaes, no cumplen con los LMP Y ECA de 0.01 mg/l establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM. se encuentran en parámetros superiores a lo permitido (0,010 mg/L).

La percepción de la población en las fuentes de captación domiciliaria, no es nula con respecto a la presencia de Arsénico. De un total de 84 pobladores encuestados, el 9.52% indicó que siempre conocían la presencia de arsénico en el agua de consumo, el 47.62% indicó que a veces lo conocían, y el 42.86% indicó que nunca lo conocían.

percepción de la población del Valle de Niño Yucaes sobre la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua subterránea. De un total de 84 pobladores encuestados, el 100% conoce la presencia de arsénico en el agua de captación subterránea. por lo que la percepción de la población no es nula, conocen de la presencia de arsénico en el agua de consumo.

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en el agua de consumo humano en la captación de **agua domiciliaria para consumo de la Localidad de Niño Yucaes**; se tiene los resultados de todas las muestras A,B,C y D; presentaron la concentración de 0.025 mg/l frente al LMP de 0.01 mg/l establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en la captación de **agua Subterránea en Niño Yucaes Aqchapa, Quinua**; se tiene los resultados de todas las muestras A,B,C y D; presentaron la concentración de 0.10 mg/l frente al LMP de 0.01 mg/l establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en la captación de **agua subterránea en Qaqañan**; se tiene los resultados de todas las muestras A,B,C y D; presentaron la concentración de 0.13 mg/L. frente al LMP de 0.01 mg/L establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en la captación de **agua domiciliaria en Qaqañan, Quinua**; se tiene los resultados de todas las muestras A,B,C y D; presentaron la concentración de 0.03 mg/l frente al LMP de 0.01 mg/l establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en la captación de **agua domiciliaria en la comunidad de San Juan de Niño Yucaes correspondiente a la Localidad de Qaqañan**; se tiene los resultados de todas las muestras A,B,C y D; presentaron la concentración de 0.10 mg/l frente al LMP de 0.01 mg/l establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en la captación de **agua domiciliaria en la comunidad de Muyurina**; se tiene los resultados de las muestras Ay B; presentando la concentración de 0.025 y 0.050 mg/Frente al LMP de 0.01 mg/L establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N° 004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

Realizado los análisis correspondientes de los niveles de arsénico en la captación de **agua Subterránea que brinda agua a la comunidad de Muyurina**; se tiene los resultados de las muestras Ay B; presentando la concentración de 0.026 y 0.054 mg/l frente al LMP de 0.01 mg/L. establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N°

004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable; **por lo que no es apto para consumo humano.**

*Tabla N°13 Resultados obtenidos del laboratorio de química proximal DIRESA.*

ITEM	LUGAR DE TOMA DE MUESTRA	m 1	m 2	m 3	m 4	Ref	UNIDAD
1	NIÑO YUCAES SUBTERRANEO	0.10	0.10	0.10	0.10	0.01	mg/L.
2	NIÑO YUCAES DOMICILIO	0.025	0.025	0.025	0.025	0.01	mg/L.
3	QAQAÑAN SUBTERRANEA	0.13	0.13	0.13	0.13	0.01	mg/L.
4	QAQAÑAN DOMICILIO	0.03	0.03	0.03	0.03	0.01	mg/L.
5	SAN JUAN DE NIÑO YUCAES DOMICILIO (TOMA DE QAQAÑAN)	0.10	0.10	0,10	0,10	0.01	mg/L.
6	MUYURINA DOMICILIO	0.025	0.050	0	0	0.01	mg/L.
7	MUYURINA SUBTERRANEO	0.026	0.054	0	0	0.01	mg/L.

De la tabla N° 13 se muestra los resultados obtenidos los cuales se puede observar Al realizar el recojo de información frente a la percepción local de la población se muestra los resultados de la percepción de la población del Valle de Niño Yucaes (**Localidades de Niño Yucaes, Qaqañan y Muyurina**); de la presencia de niveles de arsénico en agua de consumo captación domiciliaria, de 84 pobladores el 9.52% conoce sobre la presencia de arsénico en agua de consumo, el 47.62% a veces conoció la presencia de arsénico en agua de consumo en las viviendas y 42.86% nunca conoció la presencia de arsénico en agua de consumo en las viviendas, por lo tanto los pobladores **no tienen información de la presencia de arsénico en el agua de consumo en sus viviendas.**

Al realizar el recojo de información frente a la percepción local de la población se muestra los resultados de la percepción de la población del Valle de Niño Yucaes (Localidades de Niño Yucaes, Qaqañan y Muyurina); de la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua subterránea. De un total de 84 pobladores encuestados, el 100% conoce la presencia de arsénico en el agua de captación subterránea. **Esto indica que la población tiene conocimiento de la presencia de arsénico en las fuentes de captación de agua subterránea en la región estudiada.** Los niveles de arsénico en el agua de consumo humano en captaciones de agua subterránea y Domiciliaria en el Valle de Niño Yucaes de Ayacucho, (**Localidades de Niño Yucaes, Qaqañan y Muyurina**); superan los límites máximos permitidos y los límites establecidos por el ECA, establecida por: DS N° 031–2010–SA del Ministerio de Salud y “Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua” DS N°

004- 2017-MINAM, Categoría 1: Poblacional y Recreacional Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable y los valores del contenido máximo permisible LMP, según la especificación es de 0.01 mg/L establecida por D.S.004-2017-MINAM estándares de calidad (ECA), **lo que representa un riesgo para la salud de la población que consume esta agua.**

Los antecedentes y datos teóricos presentados en la investigación revelan que en diferentes regiones de Perú se han encontrado altas concentraciones de arsénico en el agua potable, principalmente debido a la contaminación generada por la minería. Estudios internacionales también han mostrado la presencia de metales pesados, incluyendo arsénico, en el agua potable, lo que representa un riesgo para la salud pública.

## Recomendaciones

Concluida la Investigación se recomienda lo siguiente:

Se debe tener en atención prioritaria a las autoridades Locales, presidentes de JASS, presidentes comunales, Alcaldes Distritales y población en general. Realizar acciones correctivas para mejorar la calidad del agua y reducir los niveles de Arsénico en el agua de consumo Humano.

Deben realizar los procesos de filtración se propone el de Osmosis Inversa, para reducir los sólidos suspendidos de igual manera contar con fuentes de captación adecuados para realizar tratamientos de limpieza y desinfección frecuente.

Realizar La filtración de agua con carbón activado es un proceso que elimina contaminantes del agua mediante la adsorción de líquidos y gases por parte de los gránulos de carbón.

La remoción de las concentraciones de arsénico hidrogel de aluminio  $Al(OH)_3$ , es una tecnología económicamente rentable y sencilla para la remediación de la problemática de la contaminación de las aguas con arsénico.

Se recomienda realizar la fitorremediación con algunas especies vegetales como La jara pringosa (*Cistus ladanifer*) una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia Cistaceae.

La Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga debe desarrollar estudios de investigación que identifiquen Arsénico u otros minerales presentes en alimentos vegetales que sean producidas en el Valle de Niño Yucaes y otros lugares aledaños que pueden representar un riesgo a la población consumidora.

La DIRESA el área de saneamiento Ambiental debe realizar con cierta frecuencia el análisis de las fuentes de agua destinadas a consumo Humano.

Las Municipalidades involucradas deben implementar un sistema seguro de agua de consumo Humano.

A los Mastrandos continuar con investigaciones relacionadas al tema que

## Referencias bibliográficas

- Alvarado, D. A. C., Vázquez, L. M. R., Méndez, M. Á. S., Palacios, L. C., De los Ríos, G. S. A., Terrazas, E. Y., Peraza, E. F. H., & Talamantes, M. del C. A. (2022). Determinación de metales pesados en agua para uso y consumo humano: Caracterización de las principales fuentes de abastecimiento en Hidalgo del Parral, Chihuahua. *South Florida Journal of Development*, 3(1), 1007–1029. <https://doi.org/10.46932/sfjdv3n1-078>
- CADE. (2018). Perú: Análisis de la situación de agua y saneamiento. Recuperado de <https://www.cadeejecutivos.org.pe/wp-content/uploads/2018/11/Informe-Agua-y-Saneamiento-CADE-2018.pdf>
- Calcina-Benique, M. E., Calcina-Rondán, L. E., Huaraya-Chambi, F. R., Salas-Camargo, A. R., & Tejada-Meza, K. (2022). Arsénico en aguas subterráneas de la cuenca del río Callacame y su impacto en suelos agrícolas en Desaguadero, Puno – Perú. *Dyna*, 89(221), 178–184. <https://doi.org/10.15446/dyna.v89n221.98319>
- Cusiche Pérez, L., Espinoza Tumialan, C., & Espinoza Tumialan, G. (2022). Determinación de metales pesados en agua para consumo humano de la ciudad de Junín. *Prospectiva Universitaria*, 18(1), 51–56. <https://doi.org/10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2021.18.1416>
- Espino-Valdés, M. S., Barrera-Prieto, Y., & Herrera-Pedraza, E. (2009). Presencia de arsénico en la sección norte del acuífero Meoqui-Delicias del estado de Chihuahua, México. *TECNOCIENCIA Chihuahua Vol. III, No. 1, III(1)*, 8–18.
- Fernández Jerí, Y., Benavides Rivera, E. R., Dávila Espinoza, C. E., Gonsebatt, M. E., & del Razo, L. M. (2022). Evaluación de la exposición a arsénico y factores de riesgo de aterogénesis en una población Altoandina en Perú. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 38, 419–430. <https://doi.org/10.20937/rica.54436>
- George, C. M., Sima, L., Jahuira Arias, M. H., Mihalic, J., Cabrera, L. Z., Danz, D., Checkley, W., & Gilman, R. H. (2014). Exposition à l'arsenic dans l'eau potable: Une menace méconnue pour la santé au Pérou. *Bulletin of the World Health Organization*, 92(8), 565–572. <https://doi.org/10.2471/BLT.13.128496>
- Hermosillo-Muñoz, M. C., Valles-Aragón, M. C., Ballinas-Casarrubias, M. de L., Rocha-Gutiérrez, B. A., & Prieto-Amparan, J. A. (2019). Traceability of arsenic in agricultural irrigation water from center-south of Chihuahua State, Mexico.

- Revista Internacional de Contaminacion Ambiental, 35(Special Issue 3), 81–91.  
<https://doi.org/10.20937/RICA.2019.35.esp03.10>
- Hernandez, L. A., Gutiérrez, D. A., Jiménez de Blas, O., Santiago, M., & Manzano, B. D. M. (1998). Estudio de los Niveles de Pb, Cd, Zinc y As, en aguas de la provincia de Salamanca. *Revista Española, Salud Pública*, 72(1), 53–65.
- Herrera Murillo, J., Mora Campos, D., Suarez Serrano, A., Chaves Villalobos, M., Salas Jiménez, P., Gamboa Jiménez, A., & Anchía Leitón, D. (2019). Arsenic levels present in water supply systems of Chorotega and Huetar Northern Regions of Costa Rica, Central America. *Revista Geográfica de América Central*, 4(61E), 101.
- Larios, F., Gonzáles, C., & Morales, Y. (2015). Las aguas residuales y sus Consecuencias en el Perú. *Saber y Hacer. Revista de La Facultad de Ingeniería de La USIL*, 2(12), 9–25.  
<http://revistas.usil.edu.pe/index.php/syh/article/view/115>
- Linton, J., & Budds, J. (2014). The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational-dialectical approach to water. *Geoforum*, 57, 170-180.  
<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2013.10.008>
- Mertens, F. (2018). Arsénico en el agua de consumo : riesgo y percepción del riesgo en Las Flores , Provincia de Buenos Aires. 106.  
<https://ridaa.unicen.edu.ar:8443/server/api/core/bitstreams/e70d1c6d-740e-42ef-bb73-3bf4b4f439d0/content>
- Meza-Duman, R., Hermoza-Gutierrez, M., Maldonado, I., & Salas-Mercado, D. (2022). Percepción Social de la Calidad del Agua y la Expansión Territorial de la Minería en Ollachea, Puno, Perú Social Perception of Water Quality and Territorial Expansion of Mining in Ollachea, Puno, Peru. 13, 16–28.
- Ministerio del Ambiente. (2017). DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM: Aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *El Peruano*, 6–9.  
<https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-agua-y-e-decreto-supremo-n-004-2017-minam-1529835-2/>
- Morales Cabrera, D., Avendaño Cáceres, E., Zevallos Ramos, D., Fernández Prado, J., Mendoza Rodas, Z., & Torres Ventura, A. (2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de ph en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, Región Tacna-Perú. *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 19(3), 305–312. <https://doi.org/10.18271/ria.2017.295>

- Paredes-Vilca, O. J., Apaza Mamani, E., Calatayud Mendoza, A., Vilca-Castro, A., Suarez-Peña, E. A., & Jiménez Diaz, L. (2020). Does drinking water with a high concentration of arsenic cause anemia in children? *Manglar*, 17(3), 255–259. <https://doi.org/10.17268/manglar.2020.037>
- Rodríguez Cruz, G. O. (2022). Calidad del agua para consumo humano y protección de la vida acuática en el embalse Los Laureles de Tegucigalpa (2002-2016). *Revista de Ciencias Ambientales*, 56(1), 138–156. <https://doi.org/10.15359/rca.56-1.7>
- Royal Society of Chemistry. (2021). Water. Recuperado el 22 de septiembre de 2021, de <https://www.rsc.org/periodic-table/element/8/water>
- SUNASS. (2020). Informe de la situación de los servicios de saneamiento en el Perú
- Alarcón, M. T., Leal, L. O. Martín, I. R., Miranda, S. V., Benavides, A. (2014), Arsénico en agua presencia, cuantificación analítica y mitigación. Centro de Investigación en Materiales Avanzados. Agencia Mexicana del ISBN.
- Alli, C. E., Cantera, C. G., Villalba, B., Dos Santos, M., Scasso, R. A., Trinelli, M. A. (2017). Determinación de metales pesados y arsénico en muestras de agua del río reconquista mediante espectroscopía de absorción atómica por horno de grafito. Senasa, Argentina. SNS N° 10, mayo-octubre: 50 – 58.
- Apaza, R., Calcina, M. E. (2014). Contaminación natural de aguas subterráneas por arsénico en la zona de Carancas y Huata, Puno. *Rev. Investig. Altoandin.* Vol 16 Nº 1: 51 – 58.
- Aragón, M., Escolero, O., Navarro, S., Ortiz, M. (2015). Distribución geográfica de arsénico en acuífero de los Valles Centrales de Oaxaca, México. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, Vol. XXXVI, No. 1, Ene-Abr, p. 102-110
- Basualdo, G. J., Yacila, J. D. (2015). Determinación de arsénico y cadmio en aguas del río Rímac y habas cultivadas en el distrito de San Mateo de Huánchor de la Región de Lima. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. E. A. P. de Farmacia y Bioquímica. Lima - Perú.
- Blanco, M. C., Amiotti, N., Díaz, S., Espósito, M. (2017). Arsénico en aguas del sudoeste bonaerense: del medio ambiente al ser humano. *AgroUNS*, Año XIV, N° 27: 17 – 20.
- Bolaños, J. D. (2017). Determinación de arsénico en agua potable del Cantón del Grecia. *Revista de las Sedes Regionales*, vol. XVII, núm. 35, 2016, pp.1-11.
- Cortez, D. J. (2015). Características fisicoquímicas y biológicas de las aguas de las fuentes de abastecimiento y de consumo humano en el distrito de Talavera,

- Andahuaylas – Apurímac 2012. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Ayacucho, Perú.
- Escalera, R., Ormachea, M., Ormachea, O. Heredia, M. (2014). Presencia de arsénico en aguas de pozos profundos y su remoción usando un prototipo piloto basado en colectores solares de bajo costo. *Investigación & Desarrollo*, № 14, Vol. 2: 83 – 91.
- Falco, G., Nadal, M., Liovet, J. M., Domingo, J. L. (2012). Riesgo tóxico por alimentos presentes en alimentos. Ediciones Díaz de Santos. Madrid - España.
- Gómez, A., Miralles, M. J., Corbella, I., García, S., Navarro, S., Llebaria, X. (2016). La calidad sanitaria del agua de consumo. *Gaceta Sanitaria*. 30(S1): 63–68.
- Gonzales L. A., Osorio, J. (2014), Determinación espectrofotométrica por absorción atómica de la concentración de cadmio y arsénico en aguas de consumo humano de la comunidad urbana de Chuquitanta – distrito de San Martín de Porres. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Escuela Académico Profesional de Farmacia y Bioquímica. Lima – Perú.
- Hernández, M. E., Marrugo, J. L. (2016). Trihalometanos y arsénico en el agua de consumo en los municipios de Chinú y Corozal de Colombia: evaluación del riesgo a la salud. *Ingeniería y Desarrollo*. Universidad del Norte. Vol. 34 № 1: 88-115.
- Jofre R., Cervantes, J., Barradas, V. L. (2015). Calidad del agua de la niebla captada artificialmente en la microcuenca del río Pixquiac, Veracruz, México: Resultados Preliminares. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 18(2): 122-130.
- López, L. C., Díaz, L. (2018). Estimación de riesgo carcinógeno por exposición crónica al arsénico a través del agua de consumo en la puna, Jujuy. *Rev Argent Salud Pública*, 2018; 9(37): 15 - 21.
- Martínez, P., Martínez, P. E., Montero, E., Villarroya, F., Martín, M., Díaz, S., Castaño, S. (2018). *Hidrogeología principios y aplicaciones*. McGraw-Hill/Interamericana de España, S.L.U.
- Mayorga, P., Moyano, A., García, A. Arsénico en aguas subterráneas de castilla y león y su impacto en suelos y cultivos de zanahoria. *Avances en Ciencias e Ingeniería*. 5(3), 19-36.

- Mendoza, M. A. (2018). Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado. Lima – Perú.
- Mendoza, O., Sánchez, R. A., Barrón, J., Cuevas, H. B., Escalante P., Solano, R. (2017). Riesgos potenciales de salud por consumo de agua con arsénico en Colima, México. Salud Pública de México, vol. 59, Nº 1, enero-febrero. 34-40.
- Monroy R., Espinoza A. (2018), Factores que intensifican el riesgo toxicológico en comunidades expuestas al arsénico en agua. Biotecnología y Ciencias Agropecuarias, (Ene - Jun 2018), 12(2): 148-157.
- Morales, D. U., Avendaño, E., Zevallos, D., Fernández, J., Mendoza, Z. L., Torres, A. (2017). Arsénico total no deseado ante valores referenciales de pH en agua superficial, cuenca hidrográfica sama, región Tacna-Perú. Rev. Investigación Altoandina; Vol 19 Nº 3: 305 – 312.
- Morales, D., Avendaño, E., Zevallos, D., Fernández, J., Mendoza, Z. (2018). Riesgo ambiental por arsénico y boro en las cuencas hidrográficas Sama y Locumba de Perú. MEDISAN 2018; 22(4): 415 – 423.
- Nordberg G. (2010). Metales: Propiedades químicas y toxicidad. Enciclopedia de la OIT. Enciclopedia de Salud y Seguridad del Trabajo. 4ª Edición.
- Orellana M. D. (2008). Análisis de arsénico inorgánico, en el agua de bebida consumida por una muestra de la población de Socaire, II Región de Chile. Universidad de Santiago de Chile. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Geográfica. Chile.
- Organización Mundial de la Salud. (2018). Guías para la calidad del agua de consumo humano. Ginebra – Suiza.
- Palomino, M. C. (2016), Calidad de agua de consumo humano del distrito de Anco, La Mar, Ayacucho 2016. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Facultad de Ciencias Biológicas. Escuela Profesional de Biología. Ayacucho, Perú.
- Pérez S. M. (2014). Introducción a la química y el ambiente. Primera edición Ebook. Grupo Editorial Patria. Primera edición ebook: México
- Pino, E., Tacora, P., Steenken, A., Alfaro, L., Valle, A., Chávarri, E., Ascencios, D., Mejía, J. (2017). Efecto de las características ambientales y geológicas sobre la calidad del agua en la cuenca del río Caplina, Tacna, Perú. Tecnología y Ciencias del Agua, 8(6), 77-99.

- Puntoriero, M. L., Volpedo, A. V., Fernández, A. (2014), Riesgo para la población rural en zonas con alto contenido de arsénico en agua. Acta toxicológica argentina. Vol.22 Nº 1: 1-8.
- Ramírez, S., Jiménez, Y., Esperanza, G., Ribalta, J. A., Rodríguez, R. A. (2017). Determinación de arsénico por el método del azul de Molibdeno en muestras de aguas provenientes de una planta de procesamiento de minerales auríferos. Revista Cubana Química, Vol. 29, Nº 1, enero-abril, págs. 3-12
- Serafín, A. H., Medina, M. G., Vido, F. A., Noriega, B., Zamorategui, A. Li, Y. Rodríguez, U. E. (2016). Uso potencial de pellets para el tratamiento de aguas contaminadas con arsénico en comunidades de Xichú, Gto., México. Acta Universitaria, 26 (NE-2), 22-32.
- Villena, J. A. (2018). Calidad del agua y desarrollo sostenible. Rev Peru Med Exp Salud Pública. 35(2): 304 - 308.



## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD 79-2024-UNSCH-EPG/OGH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado – UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución De Consejo Directivo N°109-2024-UNSCH-EPG/CD, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNSCH, otorga lo siguiente:

### **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

<b>AUTOR</b>	Bach. Ana Maria GOMEZ ORE
<b>DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS</b>	MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
<b>GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA</b>	MAESTRO
<b>DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO</b>	MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE
<b>TÍTULO DE TESIS</b>	Análisis de los niveles de arsénico en el agua de consumo humano y la Percepción en la población del Valle del Niño Yucaes, Ayacucho 2019
<b>EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD</b>	19% de similitud
<b>N° DE TRABAJO</b>	2558519609
<b>FECHA</b>	28 de diciembre de 2024


Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

28 de diciembre de 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN  
CRISTÓBAL DE HUAMANGA  
Escuela de Posgrado

  
.....  
Dr. Oscar Gutiérrez Huamani

# Análisis de los niveles de arsénico en el agua de consumo humano y la Percepción en la población del Valle del Niño Yucaes, Ayacucho 2019

*por Ana Maria GOMEZ ORE*

---

**Fecha de entrega:** 28-dic-2024 06:54a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2558519609

**Nombre del archivo:** TESIS\_FINAL\_GOMEZ\_ORE.docx (3.51M)

**Total de palabras:** 22570

**Total de caracteres:** 120267

# Análisis de los niveles de arsénico en el agua de consumo humano y la Percepción en la población del Valle del Niño Yucaes, Ayacucho 2019

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://repositorio.undac.edu.pe">repositorio.undac.edu.pe</a> Fuente de Internet	4%
2	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
3	<a href="https://docplayer.es">docplayer.es</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="https://repositorio.upsc.edu.pe">repositorio.upsc.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	1%
6	<a href="https://ri.ues.edu.sv">ri.ues.edu.sv</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="https://repositorio.unah.edu.pe">repositorio.unah.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Autónoma de Madrid	1%

---

9	<a href="http://apirepositorio.unh.edu.pe">apirepositorio.unh.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
10	<a href="http://cybertesis.unmsm.edu.pe">cybertesis.unmsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.as2014.com.ar">www.as2014.com.ar</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://repositorio.unu.edu.pe">repositorio.unu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://repositorio.unsch.edu.pe">repositorio.unsch.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://tesis.ucsm.edu.pe">tesis.ucsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
16	Quispe Salas, Yane Natividad. "Gestion del agua para riego de areas verdes en el distrito de Pueblo Libre, Lima, Peru.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2020 Publicación	<1 %
17	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.uaaan.mx:8080">repositorio.uaaan.mx:8080</a> Fuente de Internet	<1 %

---

19	<a href="http://ridaa.unicen.edu.ar:8443">ridaa.unicen.edu.ar:8443</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
21	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
24	<a href="http://repositorio.upagu.edu.pe">repositorio.upagu.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
25	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	<1 %
26	Submitted to Universidad Privada Boliviana Trabajo del estudiante	<1 %
27	<a href="http://repositorio.continental.edu.pe">repositorio.continental.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
28	<a href="http://www.revistas.una.ac.cr">www.revistas.una.ac.cr</a> Fuente de Internet	<1 %
29	<a href="http://www.researchgate.net">www.researchgate.net</a> Fuente de Internet	<1 %
30	<a href="http://repositorio.ana.gob.pe">repositorio.ana.gob.pe</a>	

Fuente de Internet

<1 %

31

[repositorio.unap.edu.pe](http://repositorio.unap.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

32

[ri.conicet.gov.ar](http://ri.conicet.gov.ar)

Fuente de Internet

<1 %

33

[pdffox.com](http://pdffox.com)

Fuente de Internet

<1 %

34

[www.coursehero.com](http://www.coursehero.com)

Fuente de Internet

<1 %

35

[repositorio.unas.edu.pe](http://repositorio.unas.edu.pe)

Fuente de Internet

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR  
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE  
PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE  
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 000871-2024-UNSCH-EPG/D.**

Siendo las 09:00 a.m. del 13 de noviembre de 2024 se reunieron en el auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis, presidido por el **Dr. Oscar GUTIERREZ HUAMANI** Director (e) de la Escuela de Posgrado, el **Mg. Edmundo CANCHARI GUTIERREZ** Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Minas, Geología y Civil, e integrado por los siguientes miembros: **Dr. Andres PORTUGAL PAZ** y el **Mtro. Carlos Auberto PRADO PRADO**; para la sustentación oral y pública de la tesis titulada: **ANÁLISIS DE LOS NIVELES DE ARSÉNICO EN EL AGUA DE CONSUMO HUMANO Y LA PERCEPCIÓN EN LA POBLACIÓN DEL VALLE DEL NIÑO YUCAES, AYACUCHO 2019**. En la ciudad de Ayacucho del 2024 presentado por la **Bach. Ana Maria GOMEZ ORE**. Teniendo como asesor al **Mtro. Jaime Leonardo BENDEZU PRADO**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por la graduanda.

A continuación, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis procedió a la votación, la que dio como resultado el siguiente calificativo: Dieciséis (16).

**CALIFICACION (x)**

Aprobado(a) por Unanimidad.	<input checked="" type="checkbox"/>
Aprobado(a) por Mayoría.	<input type="checkbox"/>
Desaprobado(a) por Unanimidad.	<input type="checkbox"/>
Desaprobado(a) por Mayoría.	<input type="checkbox"/>

(x) Marcar con aspa.

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue a la **Bach. Ana Maria GOMEZ ORE**, el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA, MENCIÓN GERENCIA DE PROYECTOS Y MEDIO AMBIENTE**. Siendo las.....10:30.....hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las.....10:30.....hrs. del 13 de noviembre de 2024.

  
.....  
**Dr. Oscar GUTIERREZ HUAMANI**  
Director(e) de la Escuela de Posgrado.

  
.....  
**Mg. Edmundo CANCHARI GUTIERREZ**  
Director de la UPG-FIMGC

  
.....  
**Dr. Andres PORTUGAL PAZ**  
Miembro.

  
.....  
**Mtro. Carlos Auberto PRADO PRADO**  
Miembro.

  
.....  
**Mtro. Juan Miguel ANICAMA ANICAMA**  
Secretario (e).

**Observaciones:**

.....  
.....