



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRÍCOLA



**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL, EN LA
LOCALIDAD DE OCUVIRI, DISTRITO DE OCUVIRI,
PROVINCIA DE LAMPA – PUNO**

TESIS

PRESENTADA POR:

LIZ FANY BONIFACIO DURANT

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**CALIDAD DE AGUA PARA CONSUMO PO
BLACIONAL, EN LA LOCALIDAD DE OCU
VIRI, DISTRITO DE OCUVIRI, PROVINCIA
DE LAMPA - PUNO**

AUTOR

LIZ FANY BONIFACIO DURANT

RECuento de PALABRAS

19099 Words

RECuento DE CARACTERES

106948 Characters

RECuento DE PÁGINAS

122 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

6.3MB

FECHA DE ENTREGA

Nov 15, 2023 8:12 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Nov 15, 2023 8:13 AM GMT-5

● **10% de similitud general**

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

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 6% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Cross

● **Excluir del Reporte de Similitud**

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


M.Sc. Aníbal Milloche Chafloque
INGENIERO AGRÍCOLA
CIP. N° 28044


D. Isidro Alberto Piñero Hualpa
DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA


UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
PUNO - PERÚ

Resumen



DEDICATORIA

Dedico de manera especial esta investigación a mis queridos padres, por todo el apoyo y amor incondicional que me brindaron en todas y cada una de las etapas de mi vida y a mis hermanos que siempre estuvieron conmigo y me alentaron a seguir adelante a pesar de las adversidades.

Liz Fany Bonifacio Durant.



AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su apoyo inquebrantable y amor constante a lo largo de este camino.

A la Universidad Nacional del Altiplano, por ser la Alma Mater y piedra angular de mi formación académica, además de una fuente inagotable de conocimientos para la realización de esta investigación.

A mi asesor y miembros del jurado: Dr. Audberto Millones Chafloque, Ph.D. Lorenzo Cieza Coronel, Dr. Edilberto Huaquisto Ramos y M.Sc. Wilber Fermín Laqui Vilca por su guía experta, comprensión y paciencia durante la elaboración de la presente investigación.

A la plana de docentes de mi querida Facultad de Ingeniería Agrícola, por guiarme y enseñarme durante mis años de estudio.

Liz Fany Bonifacio Durant.



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	15
ABSTRACT.....	16
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	17
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1. Problema principal.....	18
1.2.2. Problemas específicos.....	18
1.3. JUSTIFICACIÓN	18
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
1.4.1. Objetivo General.....	19
1.4.2. Objetivos Específicos	19
1.5. HIPÓTESIS	20
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LITERATURA	
2.1. ANTEDECENTES	21
2.2. EL AGUA.....	25



2.2.1.	Agua Subterránea.....	26
2.3.	CICLO HIDROLÓGICO.....	28
2.4.	CALIDAD DE AGUA.....	29
2.4.1.	Calidad de agua subterránea	29
2.4.2.	Agua segura	30
2.4.3.	Agua potable.....	30
2.4.4.	Agua cruda.....	31
2.2.5.	Agua tratada.....	31
2.2.5.1.	Coagulación	32
2.2.5.2.	Desinfección	32
2.2.5.3.	Filtración.....	32
2.2.5.4.	Floculación	33
2.2.5.5.	Mezcla rápida.....	33
2.2.5.6.	Sedimentación.....	33
2.2.6.	Agua para consumo humano	33
2.2.7.	Almacenamiento de agua.....	34
2.5.	ESCASEZ DE AGUA	34
2.6.	CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA.....	35
2.7.	IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA.....	36
2.8.	ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA	37
2.9.	ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA.....	37
2.10.	ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECA – AGUA).....	38
2.11.	PRINCIPALES PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLÓGICOS EN LA CALIDAD DE AGUA	39



2.11.1. Parámetros Organolépticos	39
2.11.1.1. Color	39
2.11.1.2. Olor y sabor	40
2.11.2. Parámetros Físico – químicos	41
2.11.2.1. Potencial de Hidrogeno.....	42
2.11.2.2. Temperatura.....	42
2.11.2.3. Turbidez.....	43
2.11.2.4. Conductividad Eléctrica.....	44
2.11.2.5. Cloruros	44
2.11.2.6. Sulfatos	45
2.11.2.7. Dureza.....	45
2.11.2.8. Alcalinidad.....	46
2.11.2.9. Solidos Disueltos Totales	47
2.11.3. Parámetros Microbiológicos.....	47
2.11.3.1. Coliformes Totales.....	47
2.11.3.2. Coliformes Fecales	48

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ASPECTOS GENERALES.....	49
3.1.1. Descripción del ámbito de estudio.....	49
3.1.2. Ubicación política	49
3.1.3. Ubicación geográfica	49
3.1.4. Vías de comunicación y accesibilidad a la zona de estudio	50
3.1.5. Características generales del ámbito de estudio	51
3.1.5.1. Clima.....	51



3.1.5.2.	Precipitación	51
3.1.5.3.	Temperatura.....	51
3.1.5.4.	Humedad relativa.....	52
3.1.5.5.	Evapotranspiración	52
3.1.5.6.	Relieve	52
3.1.5.7.	Hidrología.....	52
3.1.5.8.	Geomorfología.....	53
3.1.6.	Actividades socioeconómicas.....	53
3.1.6.1.	Población	53
3.1.6.2.	Salud	53
3.1.6.3.	Enfermedades habituales por consumo de agua en la zona de estudio.....	54
3.1.6.4.	Educación	55
3.1.6.5.	Agua potable.....	55
3.1.6.6.	Viviendas	56
3.1.6.7.	Actividad pecuaria	56
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS.....	56
3.3.	METODOLOGÍA	57
3.3.1.	Organización de las actividades.....	58
3.3.2.	Movilización hacia el ámbito de estudio	59
3.3.2.1.	Exploración e inventario de fuentes de agua subterránea.....	59
3.3.2.2.	Selección de fuentes de agua para consumo poblacional	61
3.3.3.	Obtención de información de campo en la zona de estudio	63
3.3.3.1.	Ubicación de los puntos de muestreo	63
3.3.3.2.	Descripción de las fuentes	64



3.3.4. Toma de muestras	64
3.3.4.1. Disposición, conservación y traslado de las muestras	65
3.3.4.2. Análisis de Parámetros físico – químicos y microbiológicos.	66
3.3.5. Encuesta a la población	67
3.3.6. Procesamiento de información	68
3.3.7. Interpretación y análisis de datos.....	68
3.3.8. Normativa Nacional Relacionada al agua.....	68

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE CUADROS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS	70
4.1.1. Resultados del Análisis de Muestras	70
4.1.1.1. Parámetros Físicos	70
4.1.1.2. Parámetros Químicos.....	71
4.1.1.3. Parámetros Microbiológicos.....	72
4.1.2. Análisis de los Resultados de los parámetros físico – Químicos y Microbiológicos.....	72
4.1.3. Resultados y Análisis de Encuestas	79
4.1.3.1. Preguntas de la Encuesta	80
4.2. DISCUSION DE RESULTADOS.....	87
4.3. PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL DENTRO DEL HOGAR.....	89
V. CONCLUSIONES	90
VI. RECOMENDACIONES.....	92
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	93



ANEXOS.....	97
ANEXO 1: Panel fotográfico	98
ANEXO 2: Resultados del análisis de laboratorio.....	105
ANEXO 3: Formato de herramientas de recolección de información.....	109
ANEXO 4: Propuesta de Sistema de Tratamiento de Agua para Consumo Poblacional Dentro del Hogar.....	112
ANEXO 5: Mapas de Ubicación	119

Área : Ingeniería y tecnología

Línea : Recursos hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 20 de noviembre de 2023



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Tipo de agua con respecto al olor	41
Tabla 2 Accesibilidad a la zona	50
Tabla 3 Porcentaje de enfermedades más frecuentes por consumo de agua en Ocuwiri	55
Tabla 4 Inventario de fuentes de agua subterránea en la zona de estudio	60
Tabla 5 Cantidad de fuentes de agua según su tipo	61
Tabla 6 Resultados del muestro aleatorio estratificado	62
Tabla 7 Puntos de muestreo seleccionados	63
Tabla 8 Resultados del análisis de parámetros físicos	70
Tabla 9 Resultados del análisis de parámetros químicos	71
Tabla 10 Resultados del análisis de parámetros microbiológicos.....	72



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Ciclo Hidrológico	28
Figura 2 Ubicación de la zona de estudio	50
Figura 3 Comparación de Resultados del pH	72
Figura 4 Comparación de Resultados de la conductividad eléctrica	73
Figura 5 Comparación de Resultados de la dureza total.....	74
Figura 6 Comparación de Resultados de la alcalinidad	74
Figura 7 Comparación de Resultados de cloruros	75
Figura 8 Comparación de Resultados de sulfatos	76
Figura 9 Comparación de Resultados de (TSD)	76
Figura 10 Comparación de Resultados de calcio	77
Figura 11 Comparación de Resultados de magnesio	78
Figura 12 Comparación de Resultados de turbidez	78
Figura 13 Comparación de Resultados de Coliformes totales y fecales.....	79
Figura 14 Representación porcentual de la pregunta 01	80
Figura 15 Representación porcentual de la pregunta 02	81
Figura 16 Representación porcentual de la pregunta 03	81
Figura 17 Representación porcentual de la pregunta 04.....	82
Figura 18 Representación porcentual de la pregunta 05	83
Figura 19 Representación porcentual de la pregunta 06	83
Figura 20 Representación porcentual de la pregunta 07	84
Figura 21 Representación porcentual de la pregunta 08.....	85
Figura 22 Representación porcentual de la pregunta 09.....	85
Figura 23 Representación porcentual de la pregunta 10.....	86



Figura 24 Esquema del proceso de funcionamiento del sistema de tratamiento dentro
del hogar de agua para consumo poblacional..... 118



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

ODS	: Objetivos de Desarrollo Sostenible
ANA	: Autoridad Nacional del Agua
OMS	: Organización Mundial de la Salud
MINSA	: Ministerio de Salud
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática



RESUMEN

El estudio se llevó a cabo en el distrito de Ocuvi, provincia de Lampa, Región Puno a fin de determinar los factores relacionados con la calidad y manejo de agua en la población, que generan la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua, esto con el fin de proponer medidas y/o estrategias de solución para mitigar este problema. La metodología usada para el muestreo fue del tipo aleatorio estratificada, seleccionando así un total de 04 fuentes de agua de origen subterráneo, de las que se recolectó agua, la cual se analizó física, química y microbiológicamente. La identificación y evaluación de las prácticas del manejo (almacenamiento, tratamiento y consumo) de agua en los hogares de la zona de estudio fue llevada a cabo mediante una encuesta a los pobladores de la zona denominada “Encuesta de la percepción local de manejo, almacenamiento, tratamiento, calidad y consumo del agua en la población de la localidad de Ocuvi”, que consistió en un total de 10 preguntas. Los resultados de los análisis de laboratorio se compararon con los “Estándares de Calidad Ambiental para Agua” determinando que los valores se encuentran dentro de los estándares establecidos, por tanto la calidad de agua en estas cuatro fuentes, es apta para la producción de agua potable, y requiere de un tratamiento simple para poder ser consumida sin riesgo alguno, por otro lado, con los resultados obtenidos de la encuesta realizada, se determinó que la población no tiene conocimiento acerca de la calidad, tratamiento y almacenamiento del agua, por tanto de acuerdo a los resultados, se presenta la propuesta de un sistema de tratamiento de agua para consumo poblacional dentro del hogar.

Palabras Clave: Calidad de agua, Consumo poblacional, Enfermedades transmitidas por el agua, Estándares de calidad ambiental.



ABSTRACT

The study was conducted in the Ocuvi district, Lampa province, Puno Region, in order to determine the factors related to water quality and management in the population that lead to the persistence of waterborne diseases. The aim was to propose measures and/or solution strategies to mitigate this problem. The sampling methodology used was stratified random sampling, selecting a total of 4 sources of groundwater. Water was collected from these sources and analyzed for physical, chemical, and microbiological properties. The identification and evaluation of water management practices (storage, treatment, and consumption) in households in the study area were carried out through a survey of the local residents, referred to as the "Survey of Local Perception of Water Management, Storage, Treatment, Quality, and Consumption in the Population of Ocuvi." This survey consisted of a total of 10 questions. The laboratory analysis results were compared with the "Environmental Quality Standards for Water," determining that the values fall within the established standards. Therefore, the water quality in these four sources is suitable for drinking water production, requiring only simple treatment for safe consumption. On the other hand, based on the survey results, it was determined that the population lacks knowledge about the quality, treatment, and storage of water. Therefore, according to the results, a proposal for a home-based water treatment system for population consumption is presented.

Keywords: Water quality, Population consumption, Waterborne diseases, Environmental quality standards.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La calidad de vida y la salud son dos conceptos interrelacionados que juegan un papel fundamental en el bienestar y el desarrollo de una sociedad, asimismo la salud de una población está intrínsecamente ligada a la calidad del agua que consumen.

En la localidad de Ocuvi, se ha observado un aumento en la prevalencia de patologías gastrointestinales, de acuerdo a los reportes del centro de salud existente en la zona, se ha evidenciado que las patologías gastrointestinales más frecuentes en la población son afecciones a causa del consumo de agua o enfermedades transmitidas por el agua. La existencia de patologías gastrointestinales debido al agua no apta o no tratada adecuadamente para el consumo poblacional es una problemática crítica que desencadena un cuadro de desnutrición y por ende, una disminución en la capacidad inmunológica de los habitantes haciendo énfasis en la población más vulnerable (niños y ancianos).

A largo plazo esto conlleva a obtener un bajo rendimiento académico y una baja productividad en el área laboral. Que generaría una carga económica para las familias afectadas, ya que deben incurrir en gastos de salud adicionales, lo que a su vez disminuye su calidad de vida al reducir sus recursos económicos disponibles, afectando así, la salud, el bienestar y desarrollo de la población.

Por tanto, la existencia de enfermedades gastrointestinales debido al consumo de agua contaminada plantea serias amenazas para la salud pública, el bienestar y desarrollo de la población.



1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

¿Cuál es el factor relacionado con la calidad y manejo de agua utilizada en la localidad de Ocuvi que genera la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la población?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Será la calidad de agua que se utiliza en la localidad de Ocuvi apta para el consumo poblacional de acuerdo a los estándares de calidad ambiental para agua?
- ¿Será adecuado el manejo (almacenamiento, tratamiento y consumo) de agua en los hogares de la localidad de Ocuvi?
- ¿Qué medida y/o estrategia de solución se propondrá para mitigar el problema que aqueja a la población?

1.3. JUSTIFICACIÓN

El derecho al agua está comprendido en normas internacionales de derechos humanos que comprenden obligaciones específicas en relación con el acceso al agua potable, además el agua limpia y saneamiento se encuentra en el número seis de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) enfocándose en garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. Estas obligaciones exigen a los Estados que garanticen a todas las personas el acceso a una cantidad suficiente de agua potable para el uso personal y doméstico. También les exigen que aseguren progresivamente el acceso a servicios de saneamiento adecuados, como elemento fundamental de la dignidad humana y la vida privada, pero también que protejan la calidad de los suministros y los recursos de agua potable.



Hoy en día uno de los principales factores que condiciona la situación de pobreza mayoritaria en nuestra población es la brecha de acceso a los servicios básicos, especialmente del derecho al agua segura. El agua salubre y accesible es importante para la salud pública, tanto si se utiliza para beber, para uso doméstico, para producir alimentos o para fines recreativos. La mejora del abastecimiento de agua, del saneamiento y de la gestión de los recursos hídricos puede impulsar el crecimiento económico de los países y contribuir en gran medida a la reducción de la pobreza.

El consumo de agua no salubre conlleva a grandes consecuencias a corto, mediano y largo plazo, como la presencia de enfermedades gastrointestinales, anemia, bajo rendimiento académico, una baja productividad laboral y un retroceso en el desarrollo de la población afectada. Comprender las causas subyacentes y los factores que generan la presencia de enfermedades transmitidas por el agua es esencial para implementar medidas de prevención y mitigación efectivas.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

Determinar los factores relacionados con la calidad y manejo de agua, que generan la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la población de la localidad de Ocuvi.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Realizar el análisis físico – químico y microbiológico de las fuentes de agua para consumo poblacional y determinar su aptitud de acuerdo a los Estándares de Calidad Ambiental para agua.



- Identificar y evaluar las prácticas de manejo (almacenamiento, tratamiento y consumo) de agua en los hogares de la localidad de Ocuvi,ri,
- Proponer medidas y/o estrategias de solución para mitigar el problema que aqueja a la población.

1.5. HIPÓTESIS

H1. La persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la localidad de Ocuvi,ri está relacionada de manera significativa con la calidad de agua la cual no es apta para el consumo poblacional.

H2. La persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la localidad de Ocuvi,ri está relacionada de manera significativa con el deficiente manejo (almacenamiento, tratamiento y consumo) que se le da al agua utilizada por la población.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTEDECENTES

Belizario (2011), evaluó la calidad de agua subterránea con fines de uso poblacional en el distrito de Coata, precisamente en la comunidad de Carata, con el fin de identificar las principales causas de la contaminación existente e implementar programas de educación sanitaria y desinfección de agua. Los análisis de las características físico – químico y bacteriológicas se realizaron en el Laboratorio de la “Facultad de Ingeniería Química” de la UNA - Puno, se consideraron un total de ocho zonas y de cada una de ellas se tomó un punto de muestreo, a los resultados de laboratorio, se les hizo una comparación en base a los Límites Máximos Permisibles (LMP) y de los resultados se obtuvo que los valores de alcalinidad van desde un mínimo de 104.8 a un valor máximo de 544.96 mg/l, de los resultados se tuvo que el 87.5% cumplen con los límites establecidos, los valores de dureza van de un mínimo de 209.88 a un máximo de 1595.88 mg/l siendo así que el 87.5% de las muestras superan los límites máximos; en el parámetro cloruros observó que los valores se encuentran entre 21.88 a un máximo de 634.73 mg/l de este modo el 37.5% de las muestras se encuentra por encima de los valores establecidos; en cuanto a sulfatos los valores oscilan entre 36.0 a 266 mg/l con lo que evidenció que el 12.5% de todas las muestras sobrepasa los límites establecidos en cuanto de los coliformes totales y fecales estos valores fluctúan entre 0 y 2000 NMP/100ml resultando así que solo el 37.5% de las muestras son ideales para el consumo. De este contraste de datos el autor obtuvo que según las características físico - químicas obtenidas, el 25% son consideradas como aptas para el consumo humano, 37.5% de calidad regular y 37.5% de mala calidad, y en base a las características bacteriológicas el



37.5% son consideradas aptas para el consumo humano, 25% de calidad regular y un 37.5 de mala calidad, por lo cual el autor determinó que el agua en la zona es de mala calidad, lo cual afecta directamente al progreso económico y social de los pobladores, se planteó el diseño de una letrina ecológica como método de protección de los acuíferos en la zona.

Contreras (2021), realizó un estudio en la parcialidad de Jiscullaya – Ilave, con respecto a la aptitud del agua para consumo humano en manantes de la zona de estudio, el cual tuvo como finalidad principal la determinación de la calidad del agua y poder lograr la optimización del nivel de vida en los habitantes. La evaluación de la composición del agua, se consideró una fuente significativa, y se analizó un total de catorce parámetros, la muestra representativa se analizó en el laboratorio de la “Facultad de Ingeniería Química” de la UNA – Puno. De acuerdo a los resultados en cuanto a la dureza total la muestra posee un valor de 52 mg/l el cual si se encuentra dentro de los parámetros establecidos, en cuanto a alcalinidad la muestra tiene un valor de 57.78 mg/l lo que demuestra que es apta para el consumo, la concentración de cloruros tiene un valor de 15.3 mg/l un valor bastante bajo y dentro de los estándares establecidos, por otro lado el valor de la concentración de sulfatos es de 4mg/l un valor también bastante por debajo del límite establecido, en cuanto a los coliformes totales obtuvo como valor 28 NMP/100ml lo cual excede el límite establecido y los coliformes totales obtuvieron un valor de 0 por tanto son consideradas aptas en cuanto a ese parámetro. Finalmente el autor concluye que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos se encuentran dentro de los límites máximos permisibles para el consumo humano a excepción los coliformes totales. El autor propone una solución técnica planeando un sistema de abastecimiento de agua potable para consumo humano y diseño de una Unidad Básica de Saneamiento mejorada para 105 viviendas.

Pacori (2018) en el distrito de Sicuani, provincia Canchis, region Cusco, desarrolló una investigación acerca de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua



de las seis zonas de captación de las galerías filtrantes, en la comunidad Hercca, se ejecutó entre los meses de setiembre a noviembre, los objetivos fueron; determinar la calidad fisicoquímica (pH, dureza, alcalinidad, turbiedad, conductividad eléctrica, sólidos totales, nitratos, cloruros sulfatos, Ca, Mg) y la calidad bacteriológica (coliformes totales, coliformes termotolerantes). Los resultados fueron; valores de pH presentaron un máximo de 7.54 en la Captación 4 (C4), el mínimo de 7.40 en la C3; la dureza total presentó el valor máximo de 349.06 mg/l en la C6 y el mínimo de 260.05 mg/l en la C2; la alcalinidad obtuvo el valor máximo de 241.67 mg/l en la C6 y el valor mínimo de 179.72 mg/l en la C4; los cloruros el valor máximo de 96.76 mg/l presente en la C2 y el mínimo 60.62 mg/l en la C4; los sulfatos presentaron un máximo de 71.54 mg/l en la C3 y el mínimo 58.85 mg/l en la C5; el calcio presentó un valor máximo 109.07 mg/l presente en la C6 y el mínimo de 89.71 mg/l en la C1, el magnesio presentó un máximo de 32.61 mg/l en la C3 y el mínimo valor 25.45 mg/l en la C2; los sólidos totales presentó un máximo de 379.86 mg/l en la C6 y el mínimo valor de 278.45 mg/l en la C2; los valores de turbiedad presentó un máximo de 6.3 UNT en la C5 y el mínimo valor de 4.0 UNT en las captaciones 2y4; la conductividad eléctrica presentó un máximo de 760 uS/cm en la C6 y el mínimo de 5.56 uS/cm en la C2. En el análisis bacteriológico para coliformes totales presentó el máximo valor en la C6 de 45.3 UFC/100ml y el mínimo valor en la C3 con un valor de 0 UFC/100m, para coliformes termotolerantes presentó el valor máximo registrado en la C2 y C4 con valores de 2 UFC/100ml y mínimo valor registrado en la captación 1, 3,5 y 6, con valores de 0 UFC/100ml. De acuerdo a los parámetros emitidos por ECA-015-2015-MINAM, el autor concluye que el estudio de calidad fisicoquímica y bacteriológica evidenció que el agua en las zonas de captación de la comunidad Hercca – Sicuani es apta para la producción de agua potable.



Atencio Santiago, (2018) Realizó un estudio en la localidad de San Antonio de Rancas, distrito de Simón Bolívar, con objetivo de analizar parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua de consumo humano y la percepción local de la población. Tomando como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: 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. Para el análisis de agua el autor tomó 2 puntos de muestreo en los cuales incluyó el reservorio de agua y la pileta de una vivienda, para cada sitio de muestreo recolectó 3 muestras para el análisis físicos, químicos y microbiológicos respectivamente. De los cuales se obtuvo que los valores de PH y temperatura se encuentran dentro de los límites establecidos, por otro lado los coliformes totales y fecales se encuentran muy por encima de estos límites lo que hace que el agua sea considerada no apta para el consumo Para la percepción local de agua de consumo elaboro una encuesta a la población de la localidad. Finalmente el autor concluye que en base a los resultados, la calidad de agua que consume la población no es apta para el consumo humano ya que los coliformes totales y fecales sobrepasan los límites establecidos en el reglamento de calidad de agua, por otro lado los pobladores de la zona denotan insatisfacción con la cantidad de agua que llega a sus viviendas y no tienen conocimiento de la calidad del agua consumida.

Mejía (2005) desarrolló un estudio haciendo énfasis en la evaluación de la aptitud de agua para aprovechamiento humano y perspectiva general de las metodologías adecuadas para la desinfección a nivel residencial, en la micro cuenca El Limón, San Jerónimo, Con el propósito fundamental de aportar al reconocimiento y descripción de metodologías simples, efectivas, respetuosas al medio ambiente y sencillo de implementar en zonas no urbanizadas con bajos niveles de progreso económico y social,



que posibiliten el mantenimiento y la mejora de la composición del agua destinada al uso de la población. El autor realizó los análisis físicos, químicos y biológicos de las muestras de agua tomadas y de los resultados obtuvo que con respecto a la turbiedad los valores oscilan entre 3 y 7 UNT y 4 de las seis fuentes muestreadas se encuentran por encima de los límites permisibles, en cuanto a alcalinidad sus valores se encuentran entre 67.33 y 115 mg/l y el total de las muestras se encuentran dentro de los límites establecidos, los valores de dureza están entre 60.63 y 81.62 mg/l valores aptos para el consumo, por otro lado los coliformes totales oscilan entre los valores de 1.57 a 428 NMT/100ml estos valores sobrepasan los límites establecidos, los coliformes fecales van desde un valor mínimo de 0 a un máximo de 960, se recopiló el conocimiento local sobre la utilización y gestión del agua mediante un enfoque participativo. Esta información fue utilizada para proponer alternativas y medidas sostenibles con el objetivo de mantener la calidad del agua potable dentro de los estándares establecidos. Para obtener datos de campo, se llevaron a cabo inspecciones en las corrientes principales de agua, se realizaron encuestas a los residentes y usuarios de agua en la microcuenca, y se organizaron talleres participativos. Estos talleres se centraron en analizar los diversos procesos que contribuyen a la contaminación del agua en la región. Como resultado se obtuvo que la composición del agua se ve comprometida con turbiedad y colmatación en la parte física, y por degradación por agentes biológicos con coliformes fecales. Los usuarios muestran poca aceptación y conocimiento con respecto al uso de tecnologías de desinfección propuestas debido a la desinformación en cuanto a salud y poca preocupación por su nivel de vida.

2.2. EL AGUA

Es un elemento crucial para la existencia y progreso sostenible de la vida. Es un recurso renovable que puede ser vulnerable y estratégico para mantener los sistemas



naturales y ciclos que dependen de ella, así como para asegurar el progreso del país. El agua se puede hallar en distintos estados, sólido, líquido y gaseoso, y es un componente crucial de las reservas de agua dulce (ANA, 2020).

“El agua es un bien comunitario, su uso y gestión deben ser realizados en concordancia con el bienestar general, la preservación ambiental y los intereses nacionales. No se permite la propiedad privada del agua” (ANA, 2020).

2.2.1. Agua Subterránea

Según Villón (2002), Se define como agua subterránea a la que ocupa los espacios vacíos en la capa geológica o subsuelo, y abarca la totalidad del agua presente subyacente al nivel de saturación del suelo. Este recurso hídrico se origina por filtración directa de precipitación y nevados, o indirectamente de espejos de agua superficial.

“En el ciclo hidrológico, el recurso subterráneo corresponde al agua en constante desplazamiento o almacenada debajo del nivel freático, en capas porosas o fracturas de rocas y formaciones geológicas similares. Para obtener y usar esta agua, se necesitan construir obras específicas” (ANA, 2020).

El agua subterránea se hace alusión al agua que se halla por debajo de la geografía terrestre y que podría ser obtenida mediante la perforación de pozos, galerías o canales de infiltración, o brota espontáneamente por medio de manantiales o infiltraciones hacia los cuerpos de agua. Esta agua se desplaza a través de capas de suelo o roca porosa en el subsuelo, fluyendo hacia niveles inferiores a los de percolación, y regresa a la superficie en forma de manantiales o parte de ríos. Por lo general, estos cuerpos de agua conducen el agua hacia los océanos o hacia cuencas endorreicas, donde se evapora (Ordoñez, 2011).



a. Acuífero

“Se considera un acuífero a un grupo de formaciones geológicas que están hidráulicamente interconectadas entre sí y que permiten el flujo o almacenamiento del agua subterránea. De este modo, se pueden extraer estas aguas para ser utilizadas en distintos fines, como su explotación o aprovechamiento” (ANA, 2020).

b. Manantial

“Se refiere a un punto específico donde el agua subterránea brota de manera espontánea, saliendo a la superficie a través de la masa sólida o del suelo, y emerge hacia arriba en dirección a una masa de agua superficial” (ANA, 2020).

“Son reservas subterráneas que por acción de la geomorfología del área en que se encuentren, brotan hacia arriba, usualmente en zonas planas y escarpadas, al hallar los caudales en estratos aislantes por donde emergen” (Rodríguez, et al., 2003).

c. Pozo

Un pozo se puede definir como un procedimiento para obtener aguas subterráneas que consiste en realizar una excavación vertical en el suelo, alcanzando una profundidad adecuada para acceder a un depósito de agua subterránea o de diferentes líquidos como el combustible fósil. Por lo general, tienen una forma cilíndrica y se construyen utilizando materiales como bloques de arcilla, rocas, hormigón o madera con el fin de asegurar sus paredes y evitar el colapso. Para extraer el agua, se utilizan diferentes métodos, como bombas eléctricas o molinos de viento, que

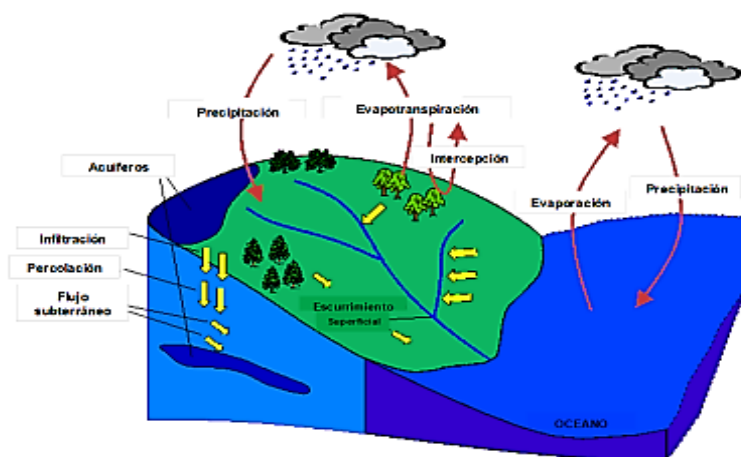
transportan el agua recolectada hacia un tanque de almacenamiento.
(Ordoñez, 2011).

2.3. CICLO HIDROLÓGICO

Se define al ciclo hidrológico como el proceso mediante el cual el agua tiene un movimiento continuo en sus tres estados, a través de la atmósfera, el suelo y el océano. Inicia con la precipitación que cae desde la atmósfera, como, granizo, nevada o lluvia, y puede acumularse en glaciares o en capas de hielo. Parte de esta precipitación fluye por el suelo y se filtra para alimentar aguas subterráneas, que pueden brotar como manantes o recargar reservas de agua. Otra porción de la precipitación genera escurrimiento superficial que fluye hacia ríos y lagos, los cuales finalmente desembocan en el mar. Finalmente, el agua regresa a la atmósfera por medio de la evapotranspiración. Este proceso se repite constantemente en un ciclo sin fin. (ANA, 2020).

Figura 1

Ciclo Hidrológico



Fuente: (Musy, 2001)



2.4. CALIDAD DE AGUA

“Hace referencia a los índices físicos, químicos y microbiológicos que posee, lo cual permite determinar si es adecuada para el uso previsto” (ANA, 2020).

La aptitud del agua abarca las propiedades físicas, químicas y biológicas que definen su idoneidad a un propósito específico. Esto implica examinar cómo se relacionan las características del agua con los requerimientos del consumidor final. Además, la existencia de sólidos y gases en configuración disuelta o suspendida también puede influir en su composición (Mendoza, 1996).

La calidad en un ecosistema acuático hace referencia a un conjunto de indicadores físicos, químicos y microbiológicos de una masa de agua que pueden influir en la capacidad para sustentar vida y satisfacer necesidades humanas específicas. Esto abarca la concentración de elementos orgánicos e inorgánicos, la composición de la vida acuática y aspectos físicos del cuerpo de agua. Es primordial tener en cuenta que la composición del agua puede variar en un lapso de tiempo y en diferentes áreas a razón de diversos aspectos tanto intrínsecos como externos a la reserva de agua (Sierra, 2011).

El diagnóstico del nivel de salubridad del agua es un procedimiento el cual implica múltiples perspectivas e implica en el estudio de la estructura química, física y microbiológica del agua, con respecto a su composición natural y los impactos que puede tener en el bienestar humano y la vida acuática. (FAO O. d., 1993).

2.4.1. Calidad de agua subterránea

Debido al desplazamiento de las aguas subterráneas a través de las capas de roca y suelo, tienen la capacidad de disolver sustancias a lo largo de este recorrido. Por esta razón, es común que el agua del subsuelo contenga más



sustancias que el agua superficial. Las fuentes de degradación pueden tener su origen en la superficie del suelo, como la agricultura y la ganadería; por encima del nivel freático, como los vertederos precarios; y bajo la capa impermeable del suelo, como los pozos abandonados, entre otros ejemplos. (Mamani, 2012)

El agua presente en el medio ambiente no es completamente inocua y adquiere características únicas al pasar a través del suelo, absorbiendo minerales, materia orgánica, microorganismos y gases. La población suele relacionar el agua de manantes con una composición más apta, ya que confía en que el curso natural de filtración por medio de diversos niveles hidrogeológicos elimine los componentes no requeridos. (Rodríguez, Martínez, Hernández, & Veguillas, 2003)

2.4.2. Agua segura

“Por agua segura se entiende el agua apta para el consumo humano en cantidad suficiente para las necesidades básicas de las personas y con una calidad suficiente para que no represente ningún peligro para su salud” (OMS, 2018).

2.4.3. Agua potable

Agua apta para el consumo humano, de acuerdo con los requisitos de calidad establecidos por la normatividad de salud vigente (ANA, 2020).

Según (OMS, 2009); el agua tiene que cumplir los siguientes requisitos para ser potable:

- No debe tener contaminantes de ningún tipo, ya que pueden perjudicar el organismo.
- Ha de tener una proporción adecuada de gases y sales disueltas.



- Tiene que ser incolora, inodora y de sabor agradable.

Para que el agua sea apta para el consumo humano debe ser sometida a un proceso de potabilización en una planta potabilizadora

2.4.4. Agua cruda

“Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento” (MINSa, 2011).

“El termino agua cruda hace referencia al agua presente en su entorno natural (ya sea agua de lluvia, superficial, subterránea, océanos, etc.), que no ha recibido ningún tipo de tratamiento ni modificación en su estado natural” (Sierra Ramírez, 2011).

2.2.5. Agua tratada

“Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano” (MINSa, 2011).

El agua tratada se define como aquella que ha experimentado modificaciones en sus propiedades físicas, químicas y biológicas con el fin de adaptarla para un uso específico beneficioso. La calidad del agua tratada varía según el propósito al que se destine. Por ejemplo, el estándar de calidad del agua destinada al consumo humano difiere de la calidad requerida para riego o para las necesidades de un sector industrial particular (Sierra Ramírez, 2011).

El objetivo del proceso de tratamiento es transformar el agua procedente de una fuente superficial o subterránea en agua potable apta para su consumo en hogares. La parte fundamental de este proceso radica en la eliminación de



microorganismos patógenos y sustancias tóxicas que podrían representar riesgos para la salud de las personas que la consumen (Ministerio de Salud, 2011).

Los principales procesos empleados en el tratamiento de agua para consumo humano son los siguientes:

2.2.5.1. Coagulación

Es un proceso que involucra una serie de reacciones físicas y químicas entre varios elementos, incluyendo los coagulantes, la alcalinidad del agua y el agua. Este proceso tiene como objetivo convertir las partículas en conglomerados más grandes, lo que facilita su sedimentación. La coagulación comienza de manera instantánea en el momento en que se añaden los coagulantes al agua y su duración es extremadamente breve, en cuestión de fracciones de segundos (Ministerio de Salud, 2011).

2.2.5.2. Desinfección

“La desinfección del agua tiene como finalidad la eliminación o, al menos, la completa inactivación de los microorganismos perjudiciales que se encuentran en el agua” (Ministerio de Salud, 2011).

2.2.5.3. Filtración

Este proceso implica dirigir el agua a través de un material poroso o medio con el fin de separar los sólidos que tienen una densidad muy similar a la del agua. Estos sólidos pueden haber sido vuelto a suspender en el flujo debido a diversas razones y, por lo tanto, no se eliminaron mediante los procesos previos (Ministerio de Salud, 2011).



2.2.5.4. Floculación

Se trata de una acción constante y suave de mezclar el agua que ha sido coagulada con el objetivo de generar flóculos mediante la unión de las partículas más pequeñas que están presentes en el agua (Ministerio de Salud, 2011).

2.2.5.5. Mezcla rápida

El propósito de la mezcla rápida es lograr una dispersión inmediata de la totalidad de la dosis de productos químicos en la masa de agua cruda. Para conseguir esto, se requiere una agitación vigorosa del agua y la inyección de los productos químicos en la región más turbulenta para garantizar una distribución uniforme y veloz (Ministerio de Salud, 2011).

2.2.5.6. Sedimentación

La sedimentación es un procedimiento mediante el cual se separan las partículas sólidas que son más densas que el agua y que poseen una velocidad de descenso que les permite alcanzar el fondo del tanque de sedimentación en un periodo de tiempo adecuado (Ministerio de Salud, 2011).

2.2.6. Agua para consumo humano

“Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal” (MINSA, 2011).



2.2.7. Almacenamiento de agua

“Retención de agua en depósitos artificiales o naturales, destinada para diversos usos, puede ser de agua superficial o subterránea” (ANA, 2020).

2.5. ESCASEZ DE AGUA

El recurso agua está en una situación crítica debido a la falta de atención y cuidado, falta de conciencia y de conocimiento por parte de los habitantes sobre la importancia de cuidarlos, así como a la escasez de funcionarios públicos, profesionistas y técnicos competentes que deberían encargarse de su protección y uso sostenible. Como resultado, las principales reservas de agua se encuentran altamente susceptibles (Reynolds, 2002).

La falta de agua se refiere a la situación en la que la necesidad de este bien, tanto en los diferentes sectores como en la naturaleza, no es cumplida en consecuencia a la forma en que se utiliza y cómo esto afecta la disponibilidad y calidad del recurso (UNESCO, 2021)

La disminución en la accesibilidad de agua es resultado de la degradación de su calidad, lo cual constituye un problema crítico en la administración de las reservas de agua, pero que fue descuidado. La pobre calidad del agua tiene múltiples repercusiones en la salud y el medio ambiente, lo que hace que el agua no sea apta para su uso, resultando en una reducción del volumen de agua asequible. La degradación del recurso hídrico representa parte de las principales complicaciones para la obtención y reutilización del agua dulce (UNESCO, 2021)



2.6. CONTAMINACIÓN DE LAS FUENTES DE AGUA

“Se refiere al proceso y resultado de incorporar sustancias o energía en el recurso hídrico, que de forma directa o indirecta causan un cambio perjudicial en su calidad, afectando tanto sus usos futuros como su servicio ambiental” (Gallego, 2000).

“El agua difícilmente se halla en condición inocua, la idea de elemento nocivo en el agua incluye todo elemento mineral, ser biológico o elemento químico cuyo nivel de intensidad obstaculice la utilización favorable del agua” (Vermillion & Sagardoy, 1999)

“Toda modificación en las propiedades del agua que exceda los límites estipulados en un Estándar de Calidad Ambiental para el agua, y la conviertan inapropiada para su utilización proyectada” (ANA, 2020).

Según su origen, la contaminación del agua puede ser clasificada en dos categorías distintas: la degradación puntual y difusa. La degradación puntual es aquella que se produce en un punto específico, donde las aguas se descargan en un cauce natural y pueden ser medidas, tratadas o controladas. Suele estar asociada con fuentes específicas, como tuberías o diques, y es comúnmente causada por la actividad industrial o las aguas residuales municipales. En cambio, la contaminación difusa es aquella que se produce en áreas abiertas sin una fuente específica, y se relaciona principalmente con actividades como la actividad agrícola, urbanización, pasturaje y gestión forestal. (Mejía, 2005).

De acuerdo a Belizario (2011), a parte de los estándares de calidad, un servicio de calidad debe acatar los criterios conocidos como “las siete C”:

Calidad: se refiere a la ausencia de elementos contaminantes que puedan propagar enfermedades.



Cobertura: implica que todas las personas tengan acceso a agua apta sin restricciones.

Cantidad: Hace referencia al requerimiento de contar con una cantidad adecuada de agua para cumplir con las necesidades individuales, domésticas y otras demandas relacionadas.

Continuidad: significa que el suministro de agua tiene que ser permanente para evitar su degradación durante el abastecimiento.

Condición: se refiere a la seguridad y limpieza de las instalaciones y su estado físico.

Costo: se refiere a que el agua optima tiene un valor el cual requiere ser asumido por parte de los usuarios, y este costo debe ser asequible para que pueda ser pagado.

Cultura del uso de agua: Consiste en utilizar el agua de manera responsable, preservándola adecuadamente y adoptando medidas sanitarias para asegurar su disponibilidad para las generaciones futuras. Aquellas personas con conciencia hídrica reconocen el valor de producir agua potable y están dispuestas a asumir los costos asociados.

2.7. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD DE AGUA

La relevancia del agua reside en su papel esencial para la nutrición y las necesidades de hidratación del ser vivo. En el ámbito alimenticio, su uso en la industria y como bebida es de gran relevancia. Para que el agua sea considerada un alimento adecuado, es crucial que cumpla con requisitos de composición química e higiene. Las aguas naturales que contienen una mayor concentración de iones, sustancias orgánicas y



minerales, derivados de la interacción con la atmósfera y el suelo, son especialmente importantes en este aspecto (Contreras, 2021).

2.8. ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA

La OMS (2009) define las enfermedades transmitidas por el agua como aquellas enfermedades infecciosas que se propagan a través del consumo de agua contaminada con microorganismos patógenos, sustancias químicas tóxicas u otros contaminantes perjudiciales para la salud. Estas enfermedades pueden ser causadas por bacterias, virus, parásitos u otros patógenos presentes en el agua y pueden tener graves consecuencias para la salud humana.

2.9. ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE AGUA

Según a MINSA (2007), es fundamental emplear métodos analíticos adecuados en cada contexto para una evaluación precisa de la composición del agua. Y de esa forma garantizar la representatividad de los datos obtenidos, es urgente prestar especial atención al proceso de recolección de muestras, así como a las magnitudes y glosario empleado.

Para un adecuado análisis de los resultados, es esencial emplear métodos estadísticos adecuados y considerar la relación entre las moléculas con carga y los aspectos influyentes en el actuar de los elementos del agua. Los gráficos son una herramienta valiosa para visualizar las conexiones físicas y químicas del agua, la posible procedencia de degradación o polución, y la composición general del recurso hídrico. Esto facilita una evaluación precisa de los recursos hídricos (Canepa de Vargas, 2004).



2.10. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECA – AGUA)

Según Mamani (2012) los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se entienden como un conjunto de indicadores y requisitos que tienen como objetivo regular y preservar el bienestar público y ambiental de nuestro entorno. Estos estándares proporcionan a las autoridades ambientales herramientas para llevar a cabo actividades de regulación, monitoreo y supervisión del impacto generado por la acción humana. Las normas del país regulan los estándares de calidad del agua con sustento a las siguientes directrices:

- DS N° 002 - 2008 – MINAM, (estándares nacionales de Calidad Ambiental para aguas, Categorías 1, 2,3 y 4).
- DS N° 023 - 2009 – MINAM, (disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental – ECA para agua).

Estos estándares hacen alusión al nivel máximo de contenido de sustancias, elementos existentes en el recurso hídrico, no se considera un factor negativo relevante en la salud humana ni nuestro medio. Estos estándares son conocidos como normas de calidad ambiental y se aplican a reservas de agua en su forma elemental en todo el país. Su cumplimiento es obligatorio en la estructuración de normativas y directivas públicas. Además, son fundamentales como punto de referencia durante la creación e implementación de diversas herramientas del manejo integrado de los recursos naturales (ANA, 2020).

El Estándar de Calidad Ambiental se refiere a la escala la cual determina el valor máximo de contenido de factores o compuestos existentes en el agua, los cuales significan un peligro relevante para el bienestar del ser humano y nuestro medio como receptor de



estos recursos hídricos. De acuerdo al indicador en cuestión, la intensidad o grado puede explicar como un límite superior, inferior o un intervalo específico. Estos estándares son de carácter obligatorio en la formulación de normas legales y políticas públicas, y son una referencia fundamental en la puesta en marcha de todo tipo instrumento de manejo ambiental (Mamani, 2012).

De acuerdo al DS N° 031-2010-SA. (2010) los estándares de calidad ambiental para el agua abarcan un total de 104 parámetros, los cuales se clasifican en físico-químicos y microbiológicos. Estos estándares se dividen en cuatro categorías distintas, que son:

1. Poblacional y Recreacional
2. Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales
3. Riego de vegetales y bebida de animales
4. Conservación del ambiente acuático

2.11. PRINCIPALES PARAMETROS FISICOS, QUIMICOS Y MICROBIOLOGICOS EN LA CALIDAD DE AGUA

2.11.1. Parámetros Organolépticos

“Son aquellos elementos físicos, químicos y/o microbiológicos presentes en el agua destinada al consumo poblacional que suelen detectarse por el usuario por medio de sus sentidos (vista, olfato, gusto, tacto, etc.)” (DS N° 031-2010-SA., 2010).

2.11.1.1. Color

Canepa de Vargas (2004) dice que esta característica presente en el agua está asociada principalmente con la turbidez o puede manifestarse



por sí misma, sin estar directamente relacionada con ella. Aún no se ha logrado identificar las estructuras químicas específicas que son responsables del color. Se cree que esta propiedad del agua se debe usualmente a la existencia de sustancias como, lignina, ácidos húmicos, grasas, ácidos fúlvicos, entre otras. Se contempla que la coloración normal del agua, dejando de lado el originado por vertimientos, se tiene las siguientes causas:

- La degradación de la materia
- La concentración de metales (hierro, manganeso y otros)
- La materia orgánica en el estrato
- Presencia de compuestos de origen vegetal

El color del agua es influenciado por diferentes aspectos, entre ellos pH, la temperatura, la exposición, la accesibilidad a materiales y la disolución de los elementos que le otorgan el color. El color evidente del agua es aquel que presenta sin tratamiento, mientras que el color verdadero es el que resulta después de filtrarla. (Canepa de Vargas, 2004).

2.11.1.2. Olor y sabor

Estos dos parámetros están íntimamente relacionados, por tal motivo usualmente se dice que el olor del agua puede predecir el sabor de la misma.

Usualmente, el agua natural no tiene un olor perceptible. El olor en el agua puede ser subjetivamente utilizado para describir sus características, calidad, origen o contenido. Aunque esta propiedad puede manifestarse de diversas formas, en términos de calidad del agua se

reconocen ciertos olores característicos que permiten identificar la procedencia de manera aproximada. Por otra parte, se pueden encontrar diversos aromas que indican una procedencia específica, aunque en menor proporción en análisis de composición del agua (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Tabla 1

Tipo de agua con respecto al olor

Nº	TIPO DE OLOR	TIPO DE AGUA
1	Inodoro	aguas dulces y frescas
2	Olor metálico	aguas subterráneas
3	Olor a sulfuro	de ARD, de MO y en general, de sistemas anaeróbicos
4	Olor vegetal	agua de humedales y estuarios
5	Olor pídrico	Lixiviados de RS y aguas provenientes de PTARs
6	Olor a pescado	aguas oceánicas y cultivos piscícolas

Fuente: APHA-AWWA-WPCF, (1992)

Los compuestos ligados al sabor y olor en el agua sin tratar pueden derivar de diversas fuentes, como la presencia de organismos microscópicos y fitoplancton, así como de vertidos industriales.

2.11.2. Parámetros Físico – químicos

Se puede afirmar que el agua, como un disolvente general, tiene la capacidad de disolver prácticamente cualquier elemento existente. Sin embargo, en términos de tratamiento del agua para uso poblacional, son pocos los factores que son relevantes y tienen consecuencias significativas en la salud del



consumidor. Estos elementos son considerados como los indicadores físicos y químicos importantes a monitorear (OPS/OMS, 2007).

El análisis de los siguientes parámetros es de suma importancia:

2.11.2.1. Potencial de Hidrogeno

El pH es un parámetro que indica si un compuesto tiene características ácidas, básicas o neutras basado en la cantidad de moléculas hidrógeno existentes en el compuesto. El rango del pH es de 0 a 14, por tanto 7 es considerado neutral. Un valor inferior a 7 expresa que la muestra es ácida, mientras que un valor por encima de 7 indica que es básica (OMS, 2009)

- “Las etapas del saneamiento del agua como fuente y de carácter remanente, son la atenuación, ablandamiento, precipitación, solidificación, purificación y regulación de la erosión, depende del pH” (OMS, 2009).
- “De acuerdo al grado térmico, la magnitud de la característica ácidas o básicas de un compuesto es proporcionada por acción de la molécula de hidrogeno o pH” (OMS, 2009).
- “Según los ECA el pH del recurso hídrico para abastecimiento poblacional tiene que estar en el rango de 6.5 y 8.5 unidades de pH, para ser apta para su consumo” (OMS, 2009).

2.11.2.2. Temperatura

Según APHA-AWWA-WPCF, (1992) la temperatura es un factor crítico en el agua en consecuencia a su impacto en el crecimiento del



ecosistema acuático, en las reacciones químicas y en la rapidez de las reacciones, además de su relevancia para determinados usos del recurso. Influye de manera significativa en la aptitud del agua, que puede afectar a otros indicadores de calidad, como el potencial de hidrogeno, el nivel de oxígeno disuelto, la CE y diversos factores fisicoquímicos.

- La solubilidad del oxígeno decrece mientras que se eleva la el grado térmico del agua.
- El incremento de la temperatura agiliza las reacciones químicas, lo cual, junto con la disminución de la intensidad de oxígeno en espejos de agua, resulta en un incremento en la aceleración de las respuestas.
- Durante “los meses de verano, es común observar una reducción del oxígeno existente en fuentes superficiales, lo cual se debe” a diversas causas.
- Un repentino cambio de temperatura puede ocasionar un incremento en la mortalidad de los organismos acuáticos.
- La “actividad óptima se detiene cuando la temperatura alcanza los 50°C, y las bacterias que producen metano dejan de ser activas al alrededor de 15°C.

2.11.2.3. Turbidez

La turbidez se origina comúnmente debido a la existencia de sólidos suspendidos, como arcillas, sedimentos orgánicos e inorgánicos finamente divididos, compuestos orgánicos solubles de colores, microorganismos y plancton. Estas partículas tienen un diámetro que



oscila entre 0,1 y 1.000 nm. La medición de la turbiedad se emplea con el propósito de evaluar la composición del agua y la eficacia del filtrado, con el fin de determinar la posible existencia de microorganismos los cuales puedan causar patologías. Los sólidos en suspensión presentes en el recurso hídrico retienen la luminosidad, lo que provoca un aspecto turbio (OMS, 2009).

2.11.2.4. Conductividad Eléctrica

Según (APHA-AWWA-WPCF, 1992) es una magnitud que refleja la facultad de una sustancia para conducir electricidad y está condicionada por diversos factores, como la existencia de moléculas con carga, su densidad, fluidez y grado térmico. En caso del agua, que generalmente se considera como una muestra pura, su conductividad es baja, lo que indica un bajo contenido de sólidos disueltos. La unidad de medida de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S/l}$) y se utiliza como índice de la existencia de sales en la sustancia. Para determinar la cantidad de sólidos disueltos totales, se puede multiplicar la CE por una variable que se encuentra entre 0,55 y 0,75, y el resultado tiene las siguientes unidades (mg/L). Es importante tener en cuenta que este factor puede variar dependiendo de las proporciones iónicas específicas del cuerpo de agua, pero generalmente se mantiene constante si estas proporciones se mantienen estables.

2.11.2.5. Cloruros

Los cloruros son los componentes principales presentes en las soluciones salinas de petróleo. A medida que aumenta su concentración en el agua, esta se vuelve más corrosiva. Además, grados altos de cloruros en

la sustancia la hacen inadecuada para el uso poblacional, y pueden incluso causar la muerte de la vegetación circundante. El cloruro es un ion inorgánico fundamental que se encuentra en fuentes receptoras como de vertimientos. Las infiltraciones de agua subterránea en alcantarillas cercanas a cuerpos de agua salada también pueden representar una posible fuente de cloruros y sulfatos (OMS, 2009).

2.11.2.6. Sulfatos

Son componentes naturales que se hallan en varios elementos geológicos y se emplean en la actividad química. Las descargas de sulfatos se generan por medio de vertimientos industriales y depósitos atmosféricos, aunque las magnitudes más elevadas suelen encontrarse en las fuentes subterráneas. Los sulfatos se disuelven en las aguas subterráneas al pasar por suelos y formaciones rocosas que contienen minerales sulfatados. El sulfato (SO_4^{-2}) es extendido a gran escala en el medio ambiente y se encuentra en magnitudes variables, que pueden oscilar de unas pocas hasta miles por mg/lit. Los sulfatos se utilizan en productos como detergentes, vidrio y teñidos, entre otros. Por ejemplo, el sulfato de aluminio se utiliza para purificar el recurso hídrico antes del consumo poblacional y en la fabricación de papel, eliminando impurezas solubles (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

2.11.2.7. Dureza

De acuerdo a APHA-AWWA-WPCF (1992) el agua dura suele originarse en zonas en que el estrato superior del suelo es amplio y tiene configuraciones de calizas. Esta agua es apta para el uso poblacional



después de una purificación, pero para propósitos de limpieza, cuanto más alta sea su dureza, será más considerable la cantidad de detergente necesario, lo que se traduce en un mayor costo. La dureza del agua se produce cuando los minerales de magnesio y calcio se disgregan en el agua, y además puede ser ocasionada por la presencia de hierro. Cuanto mayor sea el contenido de calcio y magnesio disueltos, será más elevada la dureza del agua. Los iones de magnesio y calcio están cargados positivamente y, por lo tanto, hacen que otras moléculas de carga positiva se disgreguen con dificultad en agua dura.

- La dureza del agua puede variar significativamente en diferentes ubicaciones. En general, el agua superficial tiende a ser menos dura que el agua subterránea. La dureza del agua está asociada con las características geológicas de las estructuras con las que tuvo interacción el agua.

2.11.2.8. Alcalinidad

La alcalinidad del agua según APHA-AWWA-WPCF (1992) depende básicamente de su concentración en carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos. Las magnitudes que se determinan pueden contener de igual forma, el aporte de boro, fósforo, silicio, etc. La medición de la alcalinidad se emplea en el monitoreo de los métodos de potabilización del agua. El agua del océano posee un rango de acidez (pH) que se encuentra entre 7.6 y 8.4, lo que le otorga ciertas características alcalinas. La presencia cuantitativa de alcalinidad en un entorno acuático puede indicar vertidos de industrias textiles y de curtiembre.



- La alcalinidad se refiere a su aptitud para neutralizar ácidos, (CNA). La alcalinidad en las fuentes naturales proviene primordialmente de ácidos con menos concentración, aunque bases de todo tipo también pueden aportar.

2.11.2.9. Sólidos Disueltos Totales

“Son una mezcla de sales minerales, como calcio, magnesio, potasio y sodio, junto con compuestos bicarbonatados y sulfatados. Además, pueden poseer magnitudes pequeñas de material orgánico” (OPS/OMS, 2012).

2.11.3. Parámetros Microbiológicos

“Se refieren a la existencia de efectos negativos y/o microorganismos patógenos para la salud humana evaluados en el agua de uso poblacional” (OPS/OMS, 2007).

2.11.3.1. Coliformes Totales

Las coliformes totales son un tipo de bacteria con aspecto de bacilo, son aerobios o anaerobios, y tienen la habilidad de crecer entre ácidos biliares y otros agentes surfactantes que inhiben su desarrollo. No poseen citocromo oxidasa y pueden descomponer la lactosa, produciendo ácido, gas y aldehídos. Estas bacterias se pueden hallar en los desechos, en el ecosistema y en el agua destinada al uso poblacional, especialmente en aquellas con niveles relativamente altos de nutrientes (OPS/OMS, 2012)

Estos microorganismos pueden encontrarse en una variedad de fuentes, como heces humanas y animales, así como en el medio ambiente,



incluyendo agua y suelo con altos niveles de nutrientes. Algunas especies de estos organismos microscópicos se hallan comúnmente en el agua y no se originan en los desechos. La existencia de estos microorganismos en el agua potable puede ser indicativa de una falta de tratamiento adecuado o de problemas en el sistema de distribución. La exposición a estos microorganismos puede causar gastroenteritis por ingestión o inhalación y también pueden causar infecciones en la piel, ojos y oídos por contacto. (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

2.11.3.2. Coliformes Fecales

Son componentes de un conjunto más extenso de bacterias conocido como Coliformes. Lo conforman bacilos gram-negativos sin esporas que tienen la capacidad de fermentar la lactosa produciendo ácido y gas a un grado térmico mayor a $40^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ en un lapso de 24 horas. El género predominante de Coliformes Fecales es *Escherichia coli*. La existencia de Coliformes en la fuente de abastecimiento de agua muestra que el agua está degradada por efecto de aguas negras o residuos en fermentación. Suelen encontrarse en gran magnitud en el estrato superior del agua o en el sedimento del interior. (OPS/OMS, 2012).



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. ASPECTOS GENERALES

3.1.1. Descripción del ámbito de estudio

La investigación actual se llevó a cabo en la localidad de Ocuvi, distrito de Ocuvi ubicado en la provincia de Lampa, en la región Puno, el cual se encuentra dentro de la Cuenca Hidrográfica Pucará. En esta área predomina el uso de manantiales para el uso poblacional debido a que el río que se encuentra en la zona está contaminado por la actividad minera cercana realizada.

3.1.2. Ubicación política

- Región	Puno
- Departamento	Puno
- Provincia	Lampa
- Distrito	Ocuvi
- Localidad	Ocuvi
- Cuenca Hidrográfica	Pucará

3.1.3. Ubicación geográfica

Geográficamente se ubica entre las coordenadas:

- Latitud sur	15°6'49.89"S
- Longitud oeste	70°54'30.86"O
- Altitud	4218 m.s.n.m.

3.1.4. Vías de comunicación y accesibilidad a la zona de estudio

La zona en la que se desarrolló la investigación está localizada a aproximadamente 200 km de la ciudad de Puno.

El modo de acceso al ámbito de estudio es por medio de transporte vehicular desde la ciudad de Puno al distrito de Ocuvi.

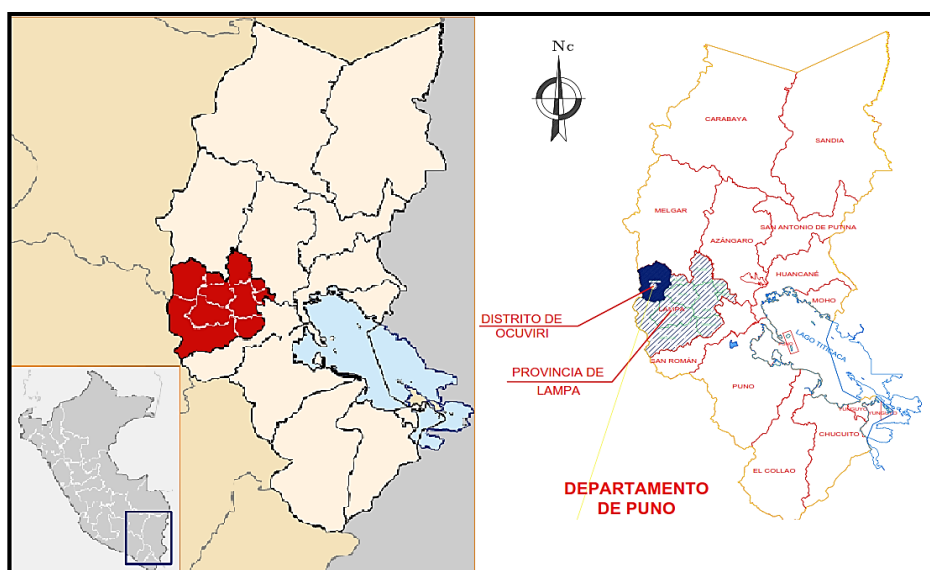
Tabla 2

Accesibilidad a la zona

ITEM	DE	A	TIEMPO	DISTANCIA	TIPO DE VIA
ACCESO 01					
1	Puno	Juliaca	45 minutos	45+00 km	Asfaltada
2	Juliaca	Ayaviri	135 minutos	40+00 km	Asfaltada
4	Ayaviri	Llalli	45 minutos	39+00 km	Asfaltada
5	Llalli	Ocuvi	30 minutos	29+00 km	Afirmada

Figura 2

Ubicación de la zona de estudio





3.1.5. Características generales del ámbito de estudio

3.1.5.1. Clima

La zona presenta en su mayoría un clima frígido y seco, un clima típico de la zona de Puno, con dos estaciones muy bien denotadas; verano e invierno. La estación de verano característica por presentar precipitaciones pluviales muy intensas esto durante los meses de noviembre y enero aunque en algunos casos se extiende hasta el cuarto mes del año, también se contempla la existencia de tormentas eléctricas, granizadas y nevadas. En invierno por el contrario se identifica por estar carente de lluvias, así como no presentar cambios térmicos invernales definidos, además presenta heladas en los meses de mayo a julio, con fuertes vientos usualmente entre los meses de agosto y septiembre llegando en algunos casos a temperaturas mínimas por debajo de los 0°C.

3.1.5.2. Precipitación

La precipitación se presenta por temporadas, siendo la temporada de precipitaciones del mes de noviembre a abril. La precipitación promedio anual alcanza aproximadamente a 888.3 mm, y estas precipitaciones son de origen orográfico y convectivo.

3.1.5.3. Temperatura

El grado térmico medio que se observa en el ámbito de estudio es extremadamente baja y varía entre los 7°C y -2°C, llegando en algunos casos a temperaturas inferiores a los 0°C, Las mínimas temperaturas en la zona van a permitir la disminución considerable del contenido de oxígeno



por la presión atmosférica, presentado el soroche por encima de los 4500 m.s.n.m., la temperatura medio anual en Ocuvi es de 8°C, así como la temperatura mínima absoluta es de -7°C mientras que la máxima es de 13.5°C.

3.1.5.4. Humedad relativa

La humedad relativa presente en el ecosistema del ámbito de estudio surge principalmente de las lluvias, evaporación y transpiración, la media por año de la humedad relativa es de 62.6%, el contenido de humedad es mayor en los meses de precipitación alta llegando a una humedad relativa de 71.5%.

3.1.5.5. Evapotranspiración

La evapotranspiración media por año en el lugar de investigación es de 1544.8 mm/año.

3.1.5.6. Relieve

La zona se distingue por exhibir un relieve diverso, con una topografía ondulada, destacando una fisiografía moderadamente accidentada, con áreas áridas y crestas moderadamente erosionadas, dando forma a valles en forma de "V" con laderas escarpadas y lechos de valle planos. Se encuentran elevaciones en la zona.

3.1.5.7. Hidrología

La zona de investigación se localiza en la cuenca Pucará y alberga el río que lleva el nombre del distrito río Ocuvi y el río Chacapalca,



también cuenta con las siguientes lagunas laguna Calera, laguna Iniquilla la laguna Sahuani y laguna Chulpia que colinda con el distrito de Condoroma además de que posee manantiales y aguas termales.

3.1.5.8. Geomorfología

Las principales características geográficas están delimitadas por tres unidades principales: una cadena montañosa en la parte occidental, la meseta y las pendientes de la cadena montañosa oriental. Esto forma una secuencia con una orientación predominante de noroeste a sureste, y presenta elevaciones pronunciadas, con picos que llegan a los 6,000 msnm. Durante el período pleistoceno, esta cordillera experimentó glaciaciones, y en toda la región son comunes las características típicas de los glaciares de valle.

3.1.6. Actividades socioeconómicas

3.1.6.1. Población

El distrito de Ocuviros posee 2237 pobladores, 1283 son de género masculino y 954 género femenino, y en la capital de distrito, localidad de Ocuviros existen un total de 640 habitantes, 317 son de género masculino y 323 de género femenino.

3.1.6.2. Salud

El distrito de Ocuviros posee tres establecimientos de salud circundantes, el principal ubicado en capital del distrito, de categoría I – 2 el cual es una unidad de salud sin internamiento que cuenta con un profesional médico, el centro de salud se encuentra en el centro poblado



de Vilcamarca el cual es de categoría I – 1, por ser de esta categoría, no cuenta con un profesional médico, se reciben los servicios primarios de personal de enfermería, para enfermedades comunes, y el tercer centro hospitalario se encuentra en el centro poblado de Parina el cual es también de categoría I – 1 por tanto tampoco cuenta con un personal médico. En casos de gravedad son derivados al hospital San Juan de Dios ubicado en la provincia de Melgar, distrito de Ayaviri.

Entre las enfermedades más comunes que se han presentan tenemos: respiratorias, gastrointestinales, infectocontagiosas y parásitos en los pobladores de la localidad de Ocuvi, esto en lo que respecta a enfermedades parasitarias, cabe mencionar también de la presencia de enfermedades de tipo viral.

3.1.6.3. Enfermedades habituales por consumo de agua en la zona de estudio

a. Atención en el establecimiento de salud

Se solicitó cifras sobre de información de las patologías en cuanto a consumo de agua que son consecuentes y poseen mayor número de consultas en la población que se aproxima al centro de salud más cercano existente en el lugar de estudio.

Tabla 3

Porcentaje de enfermedades más frecuentes por consumo de agua en Ocuvi

Nº	Diagnostico (causas)	%
1	Enfermedades estomacales	28.5
2	Enfermedades infecciosas intestinales	24.6
3	Enfermedades diarreicas agudas	29.3
4	Otros	17.6
Total		100

Fuente: Centro de Salud de Ocuvi

3.1.6.4. Educación

En el ámbito de estudio se tiene acceso a centros educativos de los niveles inicial, primario y secundario, Ocuvi posee docentes en distintos casos especialistas para cada grado educativo, lamentablemente la mayoría los planteles no poseen de instalaciones aptas para proporcionar las circunstancias óptimas y didácticas para un aprendizaje idóneo en el distrito de Ocuvi. Se sabe que no se tienen bibliotecas especializadas y actualizadas, laboratorios, promoción de la investigación, centros pilotos y de experimentación de acuerdo a la actualidad y la competencia a la globalización.

3.1.6.5. Agua potable

En la actualidad aproximadamente solo el 47% de los habitantes en el área de investigación posee el abastecimiento de agua potable, por tal



motivo gran porcentaje de la población recurre a la explotación y uso de agua proveniente de pozos y manantiales existentes en la zona.

3.1.6.6. Viviendas

Según INEI, (2017) dentro del ámbito de estudio más del 65% de la población posee viviendas que son de adobe con techo de calamina y piso de tierra, mientras que solamente el 7% de viviendas son de material noble, además se tiene como dato que solo el 47% de viviendas cuentan con alumbrado público y el solo 47% cuenta con agua por red de distribución comunitaria, y en contraste, en casi el 53% de viviendas se hace uso de manantiales existentes en la zona.

3.1.6.7. Actividad pecuaria

La actividad pecuaria es la más significativa en la zona dedicándose de manera primordial a la cría de camélidos sudamericanos en gran magnitud alpacas (suri y huacaya) y en menor proporción llamas.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

Los materiales y equipos empleados para adquirir los datos de ámbito y el tratamiento de los resultados de la investigación actual fueron:

- **Materiales de escritorio**
 - Lapiceros, lápiz
 - Libreta de campo
 - Plano de ubicación
 - Encuestas
 - Fichas técnicas



- Etiquetas
- **Equipos**
 - 01 Laptop
 - 01 GPS
 - 01 cámara fotográfica
 - 01 calculadora.
 - 01 USB
 - 01 Cooler
 - 01 Termómetro
- **Biológicos (insumos)**
 - Muestras de agua

3.3. METODOLOGÍA

Se utilizó una metodología de muestreo aleatorio estratificado para la selección de las fuentes de agua para el uso poblacional, dicho método consiste en dividir en categorías (estratos) las reservas de agua con relación a alguna distinción o criterio de la persona que realiza el muestreo: (considerando la más significativa, la más estratégica, clase de fuente de agua, etc.) y de esa manera se seleccionó los puntos de muestreo de los suministros agua utilizadas por los habitantes en las áreas relevantes para posteriormente llevar dichas muestras a ser analizadas a los laboratorios correspondientes, por tanto se llevó a cabo las siguientes actividades:

1. Organización de las actividades, en concordancia con los objetivos establecidos, estrategias, planes, criterios y cronogramas.
2. Movilización hacia el ámbito de estudio (Exploración, inventario y elección de puntos de muestreo).



3. Obtención de datos de campo en la zona de estudio, (Ubicación, descripción de las fuentes de agua muestreadas)
4. Toma de muestras
5. Encuesta a la población
6. Procesamiento de información adquirida gracias al muestreo y encuestas realizadas.
7. Análisis de los resultados.
8. Elaboración de informe sobre los resultados.

3.3.1. Organización de las actividades

Para empezar con el progreso de la organización de actividades, medidas, iniciativas, cronogramas, metodologías y criterios para la mejora de los recursos se contempló los siguientes puntos:

- Georreferenciación de los puntos de muestreo
- Cronograma establecido para lograr las actividades programadas
- La fecha de partida inicial de las labores en el ámbito de estudio (15-08-2022 a 13-02-2023)
- Examinar elementos externos que puedan influir (clima, dialogo con los habitantes de la zona, características físicas de las fuentes de agua, etc.)
- Realizar encuestas a la población
- Análisis de las muestras en los laboratorios
- Interpretación de los datos obtenidos
- Procesamiento y evaluación de la información obtenida
- Realizar una propuesta de solución para mitigar el problema que aqueja a la población.



3.3.2. Movilización hacia el ámbito de estudio

3.3.2.1. Exploración e inventario de fuentes de agua subterránea

Llevar a cabo la exploración e inventario de suministros de agua utilizados para el consumo poblacional en el ámbito de investigación, es una actividad netamente de campo. Este proceso se realizó teniendo en cuenta el uso, la clase de fuente de agua, así también durante este proceso se pudo identificar los hogares que se encuentran en el área de estudio, y se dialogó para poder realizar las encuestas previamente elaboradas y recabar la información necesaria sobre el almacenamiento, manejo, tratamiento y consumo de agua.

Finalmente se procede a inventariar las fuentes de agua existentes de acuerdo a la clase de suministro de agua y se identificó 21 fuentes entre manantiales, y pozos.



Tabla 4

Inventario de fuentes de agua subterránea en la zona de estudio

N°	NOMBRE	ESTE	NORTE	COTA	ZONA	CLASE	
						Pozo	Manantial
1	210705P01	302802	8330877	4221	9s	X	
2	210705M01	307759	8326258	4346	19s		X
3	210705M02	307360	8331200	4310	19s		X
4	210705M03	304682	8312427	4820	19s		X
5	210705M04	304413	8314463	4700	19s		X
6	210705M05	303118	8313789	4669	19s		X
7	210705P02	301555	8310252	4600	19s	X	
8	210705M06	298470	8301908	4883	19s		X
9	210705M07	300209	8305092	4702	19s		X
10	210705P03	297774	8304940	4757	19s	X	
11	210705M08	298484	8307293	4673	19s		X
12	210705M09	291657	8310272	4823	19s		X
13	210705M10	293237	8320993	4573	19s		X
14	210705M11	291590	8324714	4376	19s		X
15	210705M12	294287	8318632	4609	19s		X
16	210705M13	291396	8330622	4306	19s		X
17	210705M14	292147	8332482	4294	19s		X
18	210705M15	294601	8328146	4220	19s		X
19	210705M16	303412	8335240	4286	19s		X
20	210705M17	292781	8309594	4258	19s		X
21	210705M04	298754	8325464	4401	19s	X	

3.3.2.2. Selección de fuentes de agua para consumo poblacional

Teniendo determinado el ámbito general y las áreas a visitar de acuerdo la localización de los suministros de agua identificados, se procedió a seleccionar los puntos de muestreo.

El diseño de muestreo que se eligió fue un muestreo aleatorio estratificado que implicó dividir en grupos (estratos) las fuentes de agua con respecto a alguna característica o criterio del muestreador: (en este caso se consideró la más representativa, y la clase de fuente de agua).

Tabla 5

Cantidad de fuentes de agua según su tipo

ESTRATOS SEGÚN CLASE	NUMERO DE FUENTES DE AGUA
Manantiales	17
Pozos	04

- **Formula de muestreo aleatorio estratificado para calcular el tamaño de muestra**

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N - 1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

σ : Desviación estándar de la población.

N: Tamaño de la población.

e: Limite aceptable del error muestral

Z: Valor obtenido de distribución normal para un nivel de confianza de 90%

n: Tamaño mínimo de la población objetivo para un nivel de confianza del 90%

- **Muestreo aleatorio estratificado**

De acuerdo con la fórmula para estimar el tamaño de muestra para un muestreo aleatorio estratificado a un nivel de confianza del 90 % se obtuvo:

Tabla 6

Resultados del muestro aleatorio estratificado

ESTRATOS	MANANTIALES (A)	POZOS (B)
Tamaño de muestra	17	4
Muestra final	3	1

Se seleccionó un total de 04 fuentes de agua de las que son potencialmente utilizadas para fines de consumo poblacional dentro del ámbito de estudio, tres del estrato A (manantiales) y uno del estrato B (pozos). De igual forma la definición y las anotaciones características más significativas de los puntos de muestreo seleccionados.



Tabla 7

Puntos de muestreo seleccionados

N°	NOMBRE	ESTE	NORTE	COTA	ZONA	CLASE
1	210705P01	302802	8330877	4221	19s	Pozo
2	210705M06	298470	8301908	4883	19s	Manantial
3	210705M12	294287	8318632	4609	19s	Manantial
4	210705M04	304413	8314463	4700	19s	Manantial

3.3.3. Obtención de información de campo en la zona de estudio

Los datos que fueron recopilados en campo se registraron en unas fichas elaboradas específicamente con esta finalidad, como datos básicos de las fuentes muestreadas y sus características. Se tomó la decisión de realizar la toma de muestras durante el periodo de estiaje, ya que se sugiere que este tipo de análisis se realice en esta época debido a que el agua subterránea experimenta cambios mínimos por filtración.

La toma de las muestras se efectuó de acuerdo a las actividades establecidas para su recolección y transporte al laboratorio, con el fin de preservar su composición original y evitar cualquier alteración. (DS N° 031-2010-SA., 2010)

3.3.3.1. Ubicación de los puntos de muestreo

Se realizó la georreferenciación de los puntos muestreados en coordenadas UTM, todo esto con la ayuda de un (GSP).



3.3.3.2. Descripción de las fuentes

Se elaboraron y llenaron fichas elaboradas para la descripción de las características principales de las fuentes de agua seleccionadas para la toma de muestras las cuales fueron tres manantiales de los cuales dos eran captados y un pozo.

3.3.4. Toma de muestras

La recolección de muestras se llevó se realizó según a los lineamientos establecidos para monitoreo de la calidad de agua y el manual toma de muestras de agua, de igual forma el etiquetado, registro de datos de campo y para el transporte hacia el laboratorio para que este no experimente modificación alguna dentro de su composición y pueda conservarse adecuadamente

Se tomó en cuenta aspectos importantes en base a los lineamientos, como por ejemplo, el uso de guantes durante de la recolección de muestras, enjuagar varias veces los envases de recolección con el líquido recolectado, con el objetivo de anular elementos ajenos presentes dentro del envase recolector, sacudir y botar el agua después del enjuagado; y colmatar hasta el tope del envase evitando dejar espacio vacío.

Posterior a la toma muestra y de acuerdo al modo de evaluación a realizar, se debe evitar el contacto con el interior del envase o la parte interna de la tapa, sosteniendo esta con la mano mientras se realiza la toma de muestras, evitar colocarlo sobre algún material que pueda hacer que la muestra se contamine.



3.3.4.1. Disposición, conservación y traslado de las muestras

Los envases adecuados para la recolección de muestras, fueron determinados mediante una etiqueta colocada antes de la toma de las muestras, sin borrones ni manchas o corrección alguna, la etiqueta debe coincidir con el registro de datos de campo. Se tomó en consideración alguna información base para la apropiada codificación de las muestras, por ejemplo; las coordenadas, región, provincia, distrito, localidad, puntos muestreados, fecha y hora, tipos de pruebas requeridas; y nombre del muestreador.

Durante este proceso “se garantizó que las ejemplares para los análisis correspondientes de todos indicadores tomados en consideración, cumplieran con los requisitos básicos necesarios (cantidad, tiempo y temperatura), para la adecuada admisión de todas las muestras por parte del laboratorio.

a. Cantidad de la muestra

La cantidad determinada apropiada para los ensayos físicos, químicos y microbiológicos es usualmente un ejemplar de medio litro, sin embargo para ciertos análisis específicos se necesita más volumen de muestra.

b. Almacenamiento de muestra

Durante la recolección, conservación y traslado de las muestras hacia el laboratorio, para realizar la respectiva evaluación, estas se almacenaron a una temperatura de 4 °C.



c. Intervalo entre la toma de muestras y la evaluación en laboratorio

El intervalo de tiempo fue del menor tiempo posible entre la recolección de muestras y la evaluación de las aguas, y así poder obtener resultados confiables. Para algunos indicadores físicos se ha realizado los análisis “in situ”, ya que según el protocolo se recomienda realizarlos de esta manera ya que las características de la muestra podrían variar, antes de ser verificados en el laboratorio.

- Análisis físico – químicos: < 8 – 12 h
- Análisis microbiológico: < 24 h

3.3.4.2. Análisis de Parámetros físico – químicos y microbiológicos

a) Análisis físico – químico

Este análisis tiene como objetivo establecer las propiedades físicas y químicas estén en suspensión o disueltos, y que estos indicadores muestren la composición del agua, constatando así el acatamiento de los lineamientos actuales para garantizar su aptitud para el uso de la población. No obstante, la concentración de estos parámetros podría alterarse tanto por factores antrópicos o naturales, que establecen elementos de riesgo para el bienestar.

La evaluación de los indicadores físico – químicos de las muestras para uso poblacional se llevó a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química de UNA – Puno.



b) Análisis microbiológico

Este procedimiento implica en la evaluación del ejemplar de agua destinada al consumo poblacional, con el fin de poder identificar la existencia, clase y número de organismos microscópicos patógenos intestinales (Coliformes Totales y Coliformes Fecales), las cuales se transmiten por heces de origen humano y animal. Asimismo, la identificación de la composición microbiológica es de crucial en el campo de la salud puesto que permite asegurar la inocuidad del agua prevista para el uso poblacional, evitando así brotes de enfermedades gastrointestinales.

La evaluación de los indicadores microbiológicos de las muestras para uso poblacional se llevó a cabo en el Laboratorio de Control de Calidad de la Facultad de Ingeniería Química de UNA – Puno.

3.3.5. Encuesta a la población

Se realizó el día 12 de octubre una encuesta a los pobladores de la zona de estudio denominada “Encuesta de la percepción local de manejo, almacenamiento, tratamiento, calidad y consumo del agua en la población de la localidad de Ocuvi”, debido a ser una zona en conflicto, se vio por conveniente realizar un total de doce encuestas, es decir a tres familias usuarias por fuente de agua muestreada, la encuesta consistió en 10 preguntas.



3.3.6. Procesamiento de información

Esta acción realizó fuera de la zona de estudio, y se dio inicio con la codificación de los puntos muestreados, posteriormente se procedió a complementar la información que se obtuvo en campo y posteriormente se realizó la sistematización” en forma digital.

- Para poder realizar georreferenciación de los puntos muestreados de, se utilizó el sistema de coordenadas UTM WGS84.
- Como información base se utilizó un mapa de ubicación del distrito de Ocuvi actual.

3.3.7. Interpretación y análisis de datos

Después de lograr los datos finales de la evaluación de indicadores físico-químicos y microbiológicos y de las encuestas realizadas en los hogares dentro de la población de estudio, se procedió a interpretar y analizar dichos resultados mediante una comparación con los criterios estipulados en los estándares de calidad ambiental - Agua para uso poblacional, dados por el Ministerio de Salud (MINSA) y aprobado según D.S. 004 – 20 17 – MINAM, Además se tuvo en cuenta la “Ley de Recursos Hídricos N° 29338” y otras normativas que se refieren al cuidado del agua y de nuestros ecosistemas, a la protección y resguardo de los recursos naturales para asegurar el cumplimiento de los lineamientos legales.

3.3.8. Normativa Nacional Relacionada al agua

El estudio actual se basó en las normas legales nacionales y el marco legal que las comprende.



- **Ley marco**

- Constitución Política del Perú del año 1993
- Ley de recursos hídricos N° 29338
- Ley General de servicios de saneamiento Ley N° 26338
- Ley General del Medio Ambiente, Ley N° 28611
- Ley Orgánica de las municipalidades Ley N° 27972
- Ley Orgánica de aprovechamiento sostenible de los recursos naturales N° 26821
- D.S. N° 004 – 2017 - MINAM

“La Ley N° 29338 Ley de recursos hídricos”, en su artículo primero establece el control y el empleo de gestión del agua. Lo cual incluye os cuerpos de superficial, subterránea, continental y recursos relacionados a la misma, en el artículo 5 se informa de nuevo dicha normativa controla ríos y sus afluentes, de su cauce natural y artificial; la que se almacena en forma natural o artificial; manglares; la que brota de manantes; glaciares; la residual; la subterránea, etc.

Así mismo en el artículo 35 se explica los diferentes rubros de usos de agua y su relevancia, como uso primario; uso poblacional y uso productivo.

En la Ley de Recursos Hídricos N° 29338 desde el artículo 108 al artículo 113 habla sobre los acuíferos, su empleo, exploración y explotación, así como las zonas restringidas, aunque no se explica sobre su calidad ambiental, dando a entender que es factible y obligatoria la ley de modo general y los lineamientos que tienen conexión a esta.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS E INTERPRETACIÓN DE CUADROS Y GRÁFICOS ESTADÍSTICOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las acciones llevadas a cabo para determinar la calidad del agua para el consumo poblacional en la localidad de Ocuvi.

4.1.1. Resultados del Análisis de Muestras

Los resultados que se obtuvieron en el análisis físico – químico realizado, muestran los indicadores físicos de las muestras de agua recolectada de los puntos seleccionados en la localidad de Ocuvi los cuales son usados para consumo poblacional.

4.1.1.1. Parámetros Físicos

Tabla 8

Resultados del análisis de parámetros físicos

ITEM	PARAMETROS	RESULTADOS OBTENIDOS			
		PM01	PM02	PM03	PM04
01	Aspecto	Líquido	Líquido	Líquido	Líquido
02	Olor	Aceptable	Aceptable	Aceptable	Aceptable
03	Color	Cocoa claro	Lechoso	Incoloro	Incoloro
04	Sabor	Insípido	Insípido	Insípido	Insípido

Fuente: Laboratorio de ingeniería química de la UNAP.

Dentro de las características físicas analizadas de las cuatro fuentes de agua muestreadas, se tiene que dos de estas poseen color y las otras dos son incoloras, las cuatro no presentan olor y tampoco sabor como se aprecia en la tabla 8, estos datos obtenidos, esto según a los Estándares de Calidad Ambiental (ECA): Agua para consumo poblacional.

4.1.1.2. Parámetros Químicos

Los datos de la evaluación química realizada que se obtuvieron, muestran los indicadores químicos del agua proveniente de los suministros de agua de uso poblacional muestreadas en la zona de estudio.

Tabla 9

Resultados del análisis de parámetros químicos

ITEM	PARAMETROS	RESULTADOS DEL ANALISIS			
		PM01	PM02	PM03	PM04
1	pH	6.71	6.8	6.59	7.3
2	Temperatura	13.8	10	14	8.4
3	Conductividad Eléctrica (CE)	39.7	80.5	31.9	120.3
4	Dureza Total como CaCO ₃	228	122.6	186.84	154.2
5	Alcalinidad como CaCO ₃	120.67	84.3	129.41	109.29
6	Cloruros como Cl ⁻	283.91	162.3	243.92	205.7
7	Sulfatos como SO ₄ ²⁻	79.6	81.4	147.2	110.6
8	Sólidos Totales Disueltos	19.8	11.6	15.2	13.1
9	Calcio como Ca ⁺⁺	58.72	42.3	52.51	50.9
10	Magnesio como Mg ⁺⁺	19.74	10.8	13.5	17.3
11	Porcentaje de Salinidad	0	0	0	0
12	Turbidez	4.33	1.59	0.34	1.05

Fuente: Laboratorio de ingeniería química de la UNAP

Estos datos obtenidos en la evaluación de la composición química (pH, dureza total, alcalinidad, cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, salinidad, turbidez y solidos totales) nos muestran los parámetros.

4.1.1.3. Parámetros Microbiológicos

Los datos que se obtuvieron del análisis microbiológico realizado, determinan que las muestras de agua analizadas no están contaminadas por patógenos siendo esta apta para el uso poblacional.

Tabla 10

Resultados del análisis de parámetros microbiológicos

ITEM	PARAMETROS	RESULTADOS DEL ANALISIS			
		PM01	PM02	PM03	PM04
1	Coliformes Totales	<1	<1	<1	<1
2	Coliformes fecales	<1	<1	<1	<1

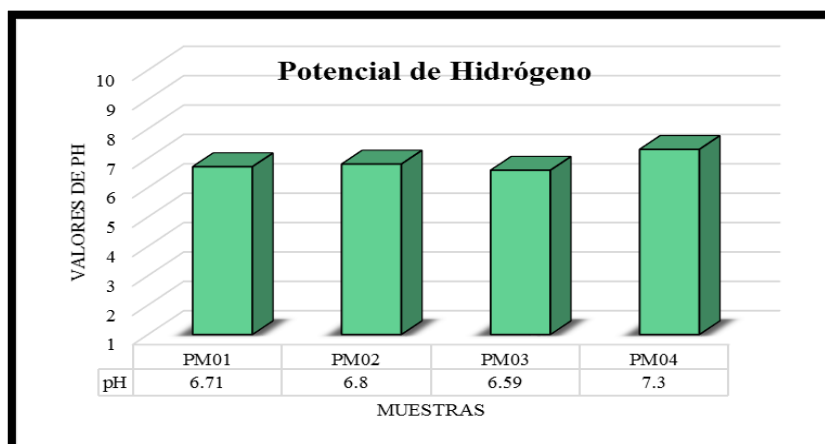
Fuente: Laboratorio de ingeniería química de la UNAP

4.1.2. Análisis de los Resultados de los parámetros físico – Químicos y Microbiológicos.

A. Potencial de Hidrogeno (pH)

Figura 3

Comparación de Resultados del pH

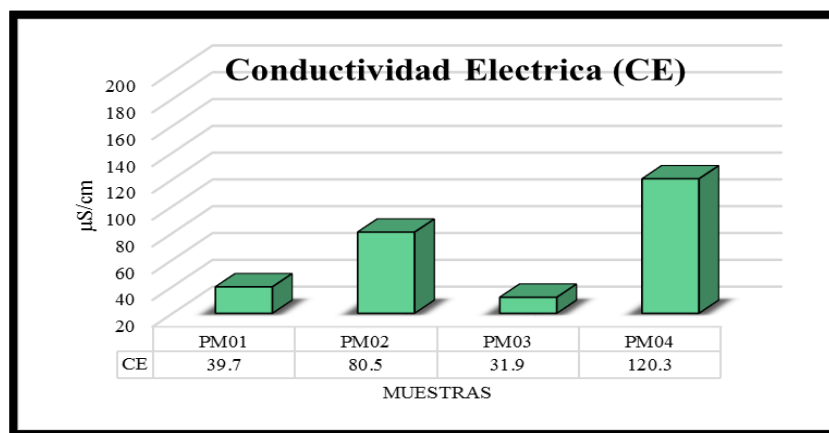


Como se puede apreciar los datos de la evaluación del pH oscilan entre las cifras mínimas de 6.59 a las máximas de 7.3 unidades, estos valores denotan aguas entre ligeramente básicas a ligeramente alcalinas, hallándose en el rango que los ECA proponen como aptos, siendo estos de 6.5 a 8,5 unidades.

B. Conductividad Eléctrica (CE)

Figura 4

Comparación de Resultados de la conductividad eléctrica



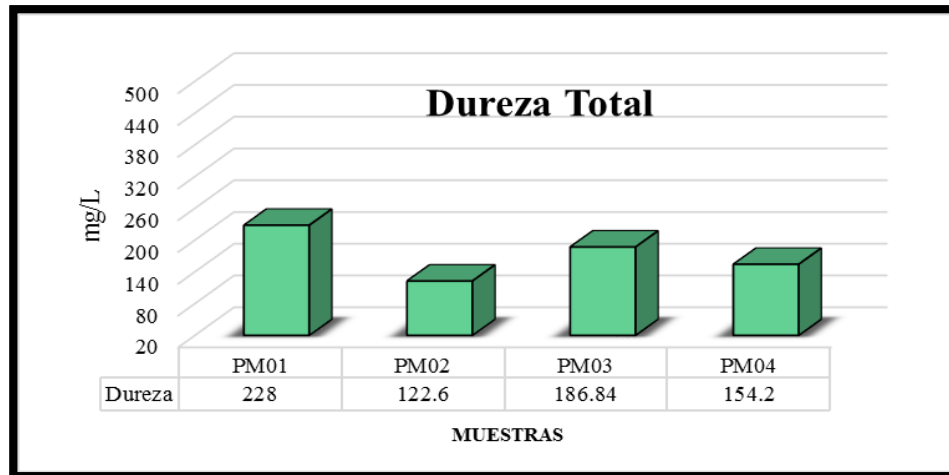
Los

datos de la evaluación de conductividad eléctrica varían entre un mínimo de 31.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ hasta un máximo de 120.3 $\mu\text{S}/\text{cm}$, estos valores nos indican que estas aguas son catalogadas como aguas de mediana mineralización y se encuentran dentro del rango que los Estándares de Calidad ambiental ($<1500 \mu\text{S}/\text{cm}$) determinan como apta para consumo poblacional de acuerdo a la categoría 1.

C. Dureza Total

Figura 5

Comparación de Resultados de la dureza total.

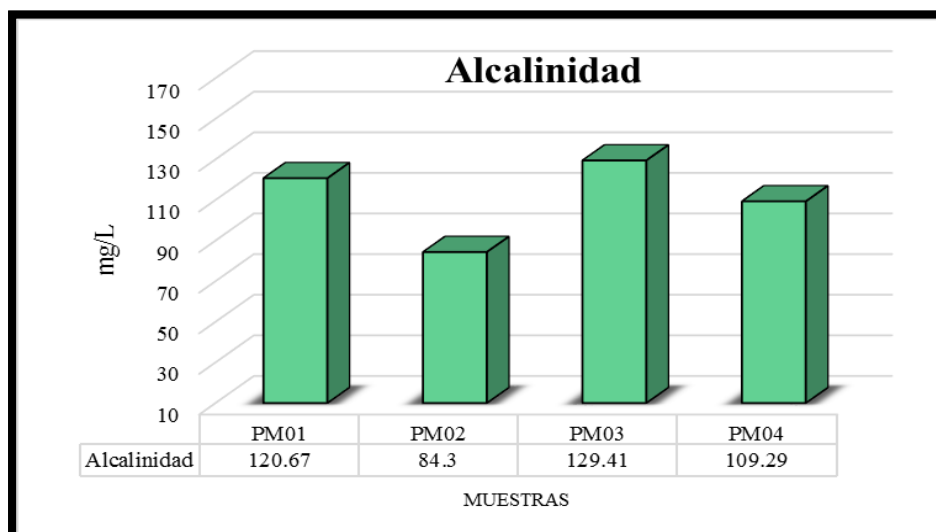


Lo datos adquiridos de la evaluación de la dureza total van desde una cifra mínima de 122.6 mg/L a una máxima de 228 mg/L por lo cual debido a su valor, son catalogadas como aguas moderadamente duras. De las 04 muestras que se tomaron para su debido análisis de laboratorio, el 100% de estas cumple con lo requerido de acuerdo a los ECA (<500 mg/L) para uso poblacional.

D. Alcalinidad

Figura 6

Comparación de Resultados de la alcalinidad

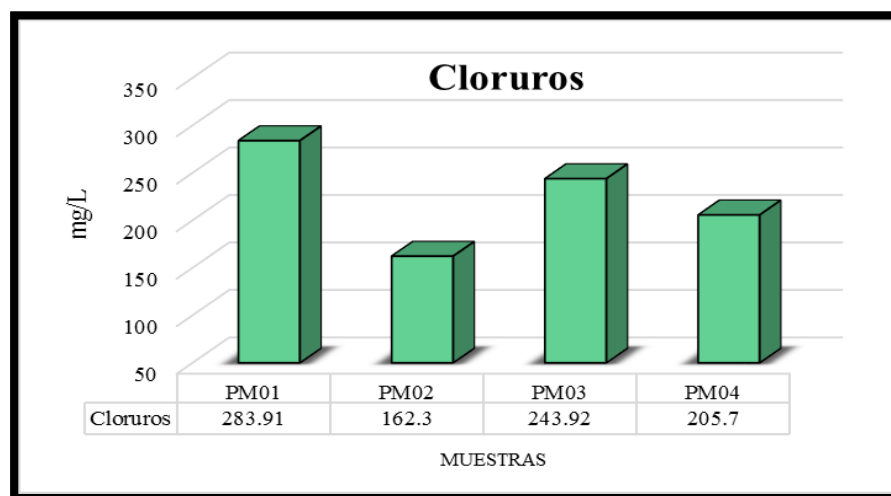


De acuerdo a los datos adquiridos de la evaluación de la alcalinidad en las muestras, estas varían entre una cifra mínima de 84.3 mg/L a una máxima de 129.41 mg/L. Del total de las 04 muestras tomadas, el 100% de estas cumplen con los ECA aprobados con el D.S. 004 – 2017 – MINAM (<500 mg/L).

E. Cloruro

Figura 7

Comparación de Resultados de cloruros

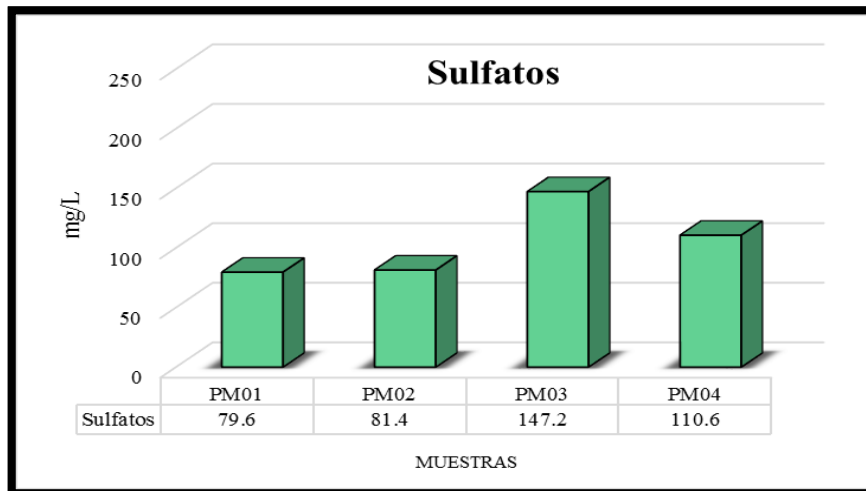


De la evaluación de “Cloruros” se obtuvieron resultados que fluctúan entre una cifra mínima de 162.3 mg/L a una máxima de 283.91 mg/L del total de los resultados el total de las muestras se encuentran aptas para el consumo poblacional a excepción del punto de muestreo PM01 el cual sobrepasa el límite por 33.91 mg/L, esto de acuerdo a los ECA para agua (<250 mg/L) dados por el MINAM.

F. Sulfatos

Figura 8

Comparación de Resultados de sulfatos

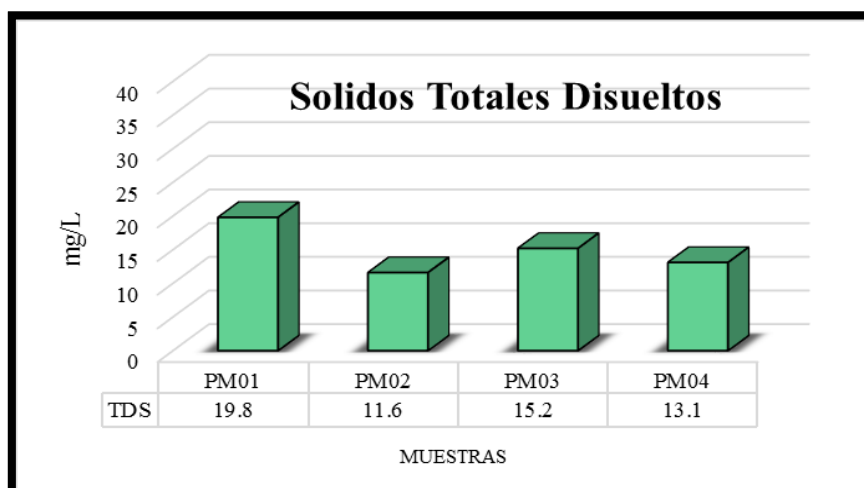


Los datos finales obtenidos del análisis sulfatos oscilan entre una cifra mínima de 79.6 mg/L a una máxima de 147.2 mg/L de un total de 04 muestras analizadas todas están por debajo del indicador que se establece en los ECA - agua (250 mg/L), por lo tanto se les consideras aptas para el consumo poblacional.

G. Solidos Totales Disueltos

Figura 9

Comparación de Resultados de (TSD)

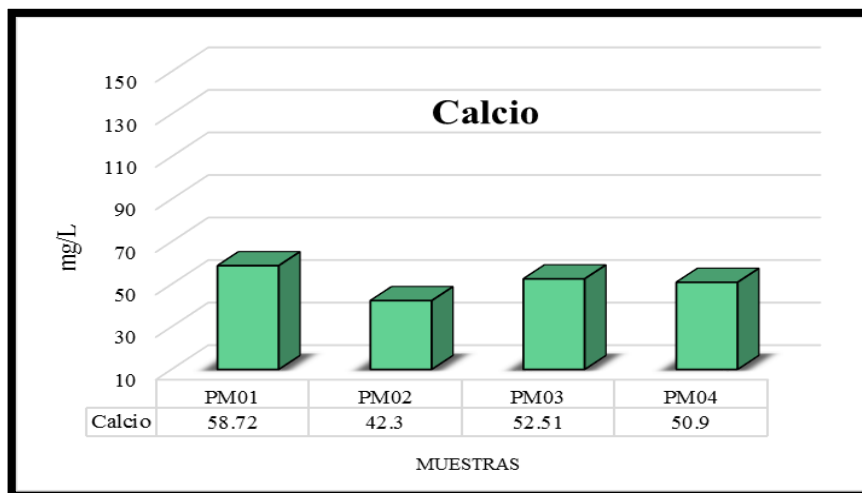


De acuerdo a los datos adquiridos de la evaluación de (TDS) los resultados fluctúan entre una cifra mínima de 11.6 mg/L a una máxima de 19.8 mg/L. los cuales se encuentran dentro de los ECA - agua (<1000 mg/L) para uso poblacional.

H. Calcio

Figura 10

Comparación de Resultados de calcio

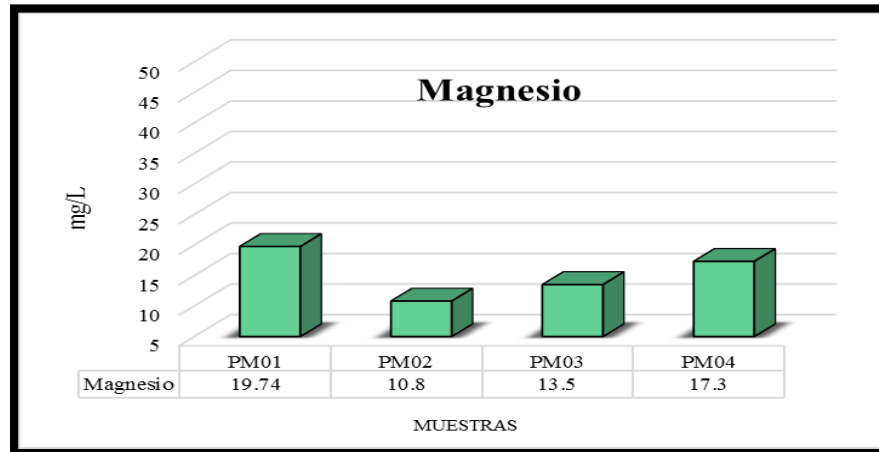


Los datos obtenidos de la evaluación de concentración de Calcio oscilan entre una cifra mínima de 42.3 mg/L a una máxima de 58.72 mg/L de un total de 04 muestras analizadas, al compararlas con los ECA aprobados según D.S. 004 – 2017 – MINAM (200mg/L) todas se consideran aptas.

I. Magnesio

Figura 11

Comparación de Resultados de magnesio

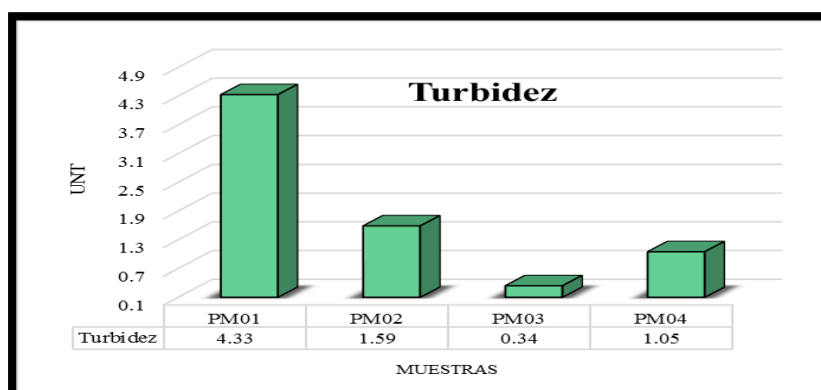


De los resultados alcanzados en el análisis de concentración de magnesio las cifras varían de una mínima de 10.8 mg/L a una concentración máxima de 19.74 mg/L. de las 04 fuentes de agua subterránea muestreadas, todas están por debajo del valor máximo que se refiere en los ECA – agua (150 mg/L). Considerándose así que todas las muestras son aptas en concentración de magnesio.

J. Turbidez

Figura 12

Comparación de Resultados de turbidez

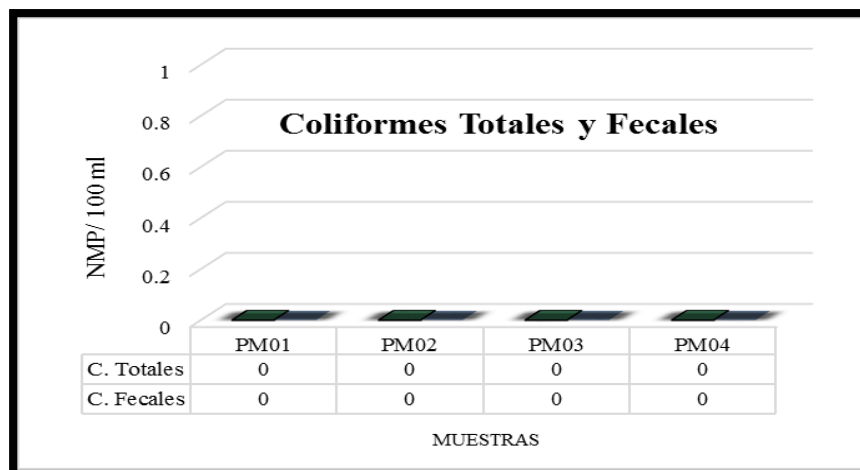


Según los datos adquiridos de la evaluación en laboratorio se tiene que los valores del parámetro de turbidez oscilan entre una cifra mínima de 0.34 UNT y una máxima de 4.33 UNT, al realizar el contraste de los resultados de las 04 fuentes muestreadas, aunque una de ellas está por muy poco por debajo de límite, todas se consideran como aptas para consumo poblacional con respecto a los ECA – agua (5 UNT).

K. Coliformes Totales y coliformes fecales

Figura 13

Comparación de Resultados de Coliformes totales y fecales



Los datos finales obtenidos de la evaluación en laboratorio de coliformes totales y fecales de los cuatro puntos de muestreo tuvieron un valor de 0 NMP/100ml. De acuerdo a los estándares de calidad ambiental de agua (0NMP/100 ml), las muestras se encuentran aptas para consumo poblacional.

4.1.3. Resultados y Análisis de Encuestas

Como se mencionó previamente, el día 12 de octubre del 2022 se llevó a cabo una encuesta en la localidad de Ocuviñi titulada “Encuesta de la percepción local de manejo, almacenamiento, tratamiento, calidad y consumo del agua en la

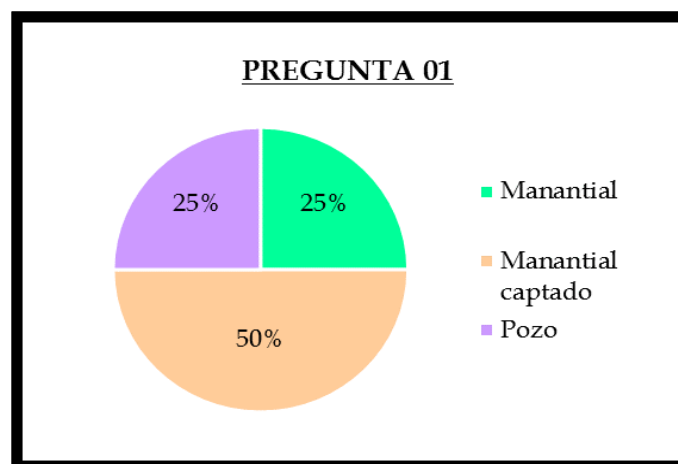
población de la localidad de Ocuvi”, para lo cual se realizó un total de doce encuestas, a tres familias usuarias por cada fuente de agua muestreada, la encuesta consistió en 10 preguntas (ver Anexo 3), de la encuesta se obtuvo los siguientes resultados.

4.1.3.1. Preguntas de la Encuesta

1) ¿Cuál es la principal fuente de agua para consumo para los miembros de su hogar?

Figura 14

Representación porcentual de la pregunta 01

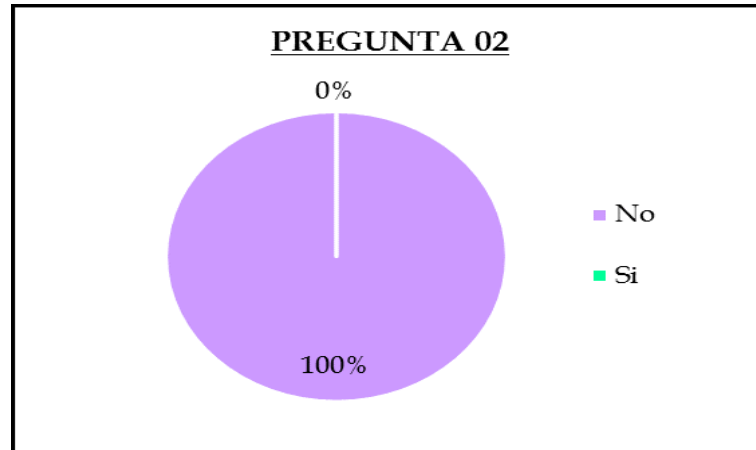


Del total de encuestas, el 25% hacen uso de un pozo, el 25% usan un manantial y el 50% hacen uso de manantiales captados para consumo en sus hogares.

2) ¿Cuenta su hogar con suministro de agua?

Figura 15

Representación porcentual de la pregunta 02

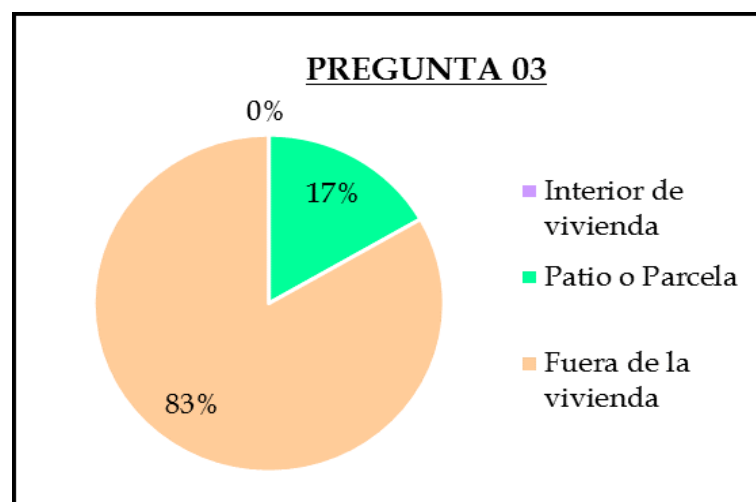


Según las respuestas de la población encuestada, el total de ella afirma no contar con un suministro de agua en sus viviendas

3) ¿Dónde se encuentra la fuente de agua para el consumo utilizada en su hogar?

Figura 16

Representación porcentual de la pregunta 03

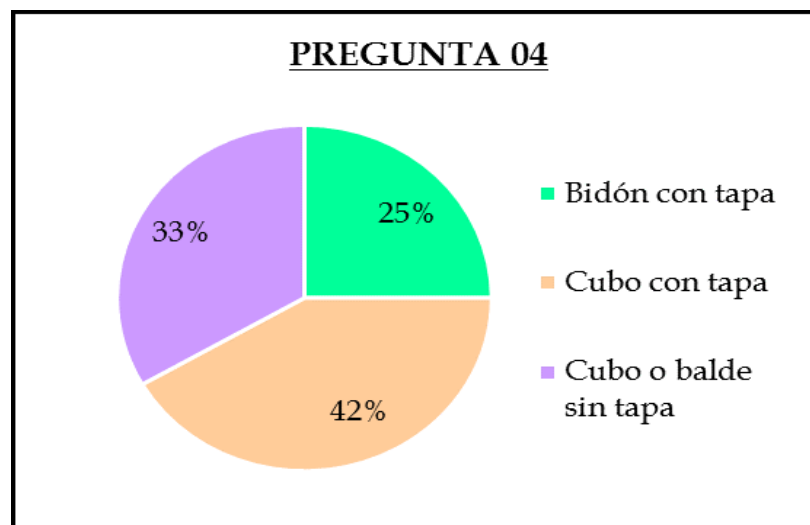


De acuerdo a las respuestas de la población encuestada, el 83% asegura que la fuente de agua que consumen se encuentra fuera de sus viviendas y el 17% dice tener la fuente de agua usada en el patio o parcela.

4) ¿Cómo almacena el agua que recoge y es consumida en su hogar?

Figura 17

Representación porcentual de la pregunta 04

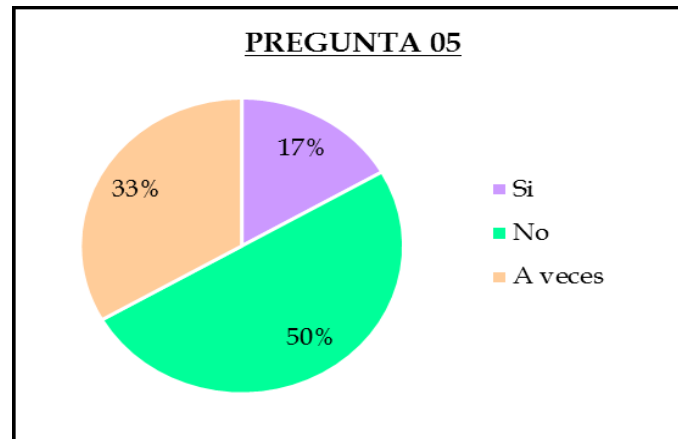


En base a las respuestas brindadas por la población encuestada el 42% almacena el agua que recoge y es usada para el consumo en el hogar en cubos con tapa, por otro lado el 33% la almacena en cubos o baldes sin tapa, y el 25% la almacena en bidones de agua con tapa.

5) ¿Realiza algún tipo de desinfección a los recipientes en donde almacena el agua que se consume en su hogar?

Figura 18

Representación porcentual de la pregunta 05

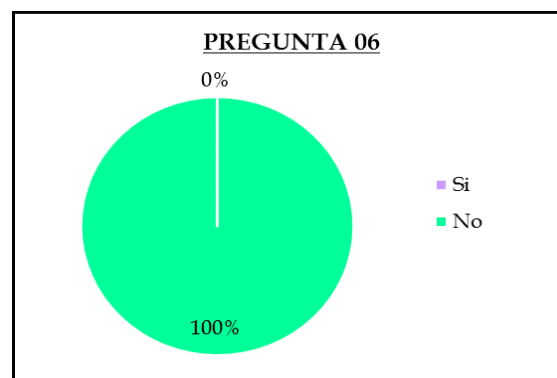


Según la población encuestada solo el 17% realiza una desinfección periódica a los recipientes donde se almacena el agua que se consume en la vivienda, en contraste el 50% no realiza una desinfección de estos recipientes de almacenamiento y el 33% realiza la desinfección a veces.

6) ¿Tiene conocimiento de si la calidad de agua que se consume en su hogar es apta para el consumo poblacional?

Figura 19

Representación porcentual de la pregunta 06

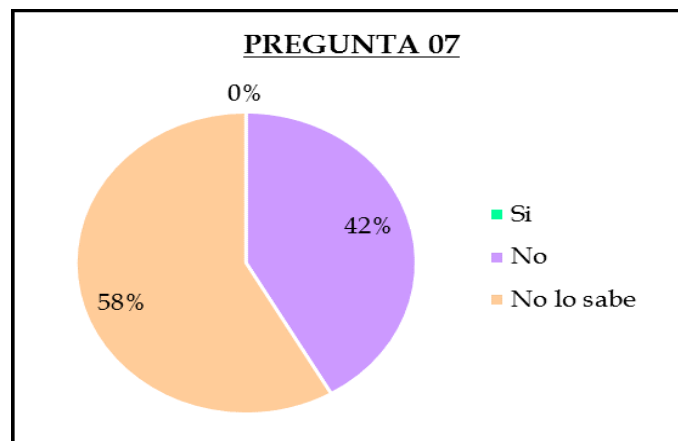


De acuerdo a la población encuestada, el total de ellos no tiene conocimiento exacto sobre si la calidad del agua que se consume en sus hogares es realmente apta para tal fin.

7) ¿Recibe algún tipo de tratamiento el agua que se consume en su hogar?

Figura 20

Representación porcentual de la pregunta 07

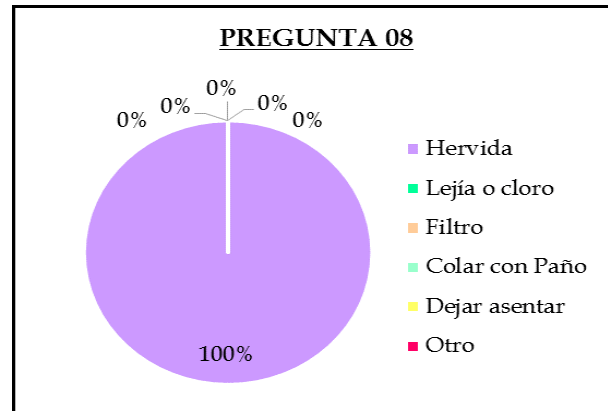


En base a las respuestas recopiladas gracias a las encuestas realizadas el 58% de los encuestados afirman que no tienen conocimiento sobre el tratamiento de agua, en contraste el 42% de los encuestados dicen estar seguros de que no se realiza tratamiento alguno al agua que consumen en sus hogares.

8) ¿Qué métodos emplea habitualmente para que resulte más seguro beber el agua?

Figura 21

Representación porcentual de la pregunta 08

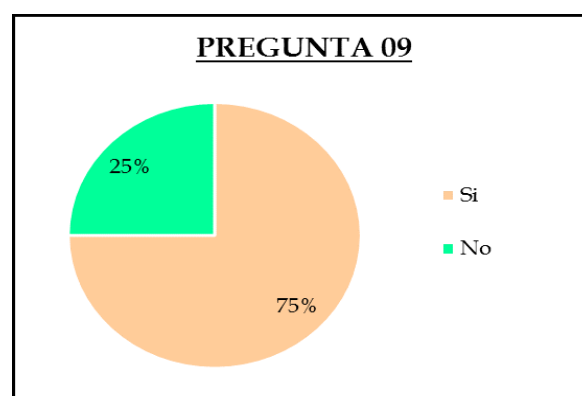


De acuerdo a la población encuestada, el 100% de ellos expresan que en sus hogares solo se hierve el agua como método para obtener agua más segura para su consumo, pero solo al momento de beberla o preparar alimentos con ella.

9) ¿Ha tenido algún miembro de su familia enfermedades gastrointestinales (dolor de estómago, diarrea, nauseas) o anemia?

Figura 22

Representación porcentual de la pregunta 09

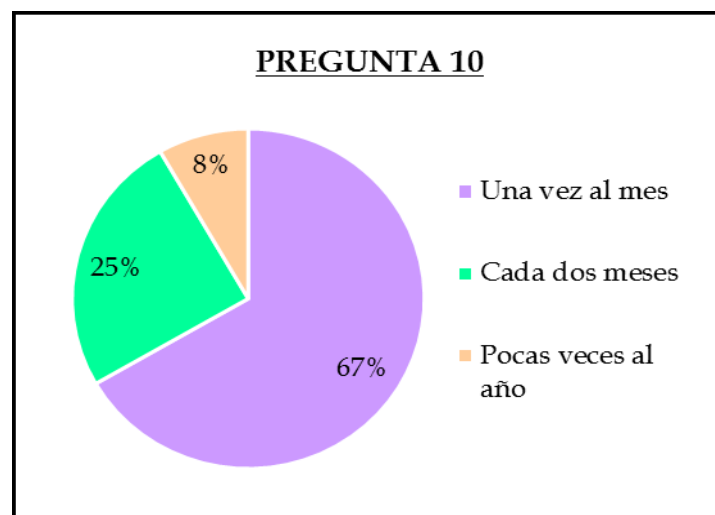


En base a las respuestas obtenidas por la población encuestada se tiene que el 75% afirma que si se presentan enfermedades gastrointestinales (dolor de estómago, diarrea, nauseas) o anemia dentro de sus hogares y solo un 25% dice no presentarse en su hogar enfermedades por consumo de agua.

10) ¿Qué tan frecuentes son estos síntomas?

Figura 23

Representación porcentual de la pregunta 10



Según los resultados de la encuesta realizada a la población se tiene que el 67% afirma que los síntomas mencionados previamente se presentan una vez al mes en algún miembro de su familia, mientras que el 25% asegura que estos síntomas se presentan cada dos meses en algún miembro de su familia y finalmente el 8% dice que solo se presentan unas pocas veces al año.



4.2. DISCUSION DE RESULTADOS

De acuerdo a los resultados obtenidos de los análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de los puntos muestreados, se pudo determinar que la calidad de agua de origen subterráneo en estas cuatro fuentes que se usa para el consumo poblacional, es apta para la producción de agua potable, esto de acuerdo a los “Estándares de Calidad Ambiental”, lo cual significa que el agua requiere de un proceso de tratamiento simple para poder ser consumida por la población sin riesgo alguno, por otro lado, con los resultados obtenidos gracias a la encuesta denominada “Encuesta de la percepción local de manejo, almacenamiento, tratamiento, calidad y consumo del agua en la población de la localidad de Ocuvi” realizada a la población, pudimos recabar datos, los cuales nos permitieron determinar que la población no tiene conocimiento de la calidad de agua que se consume en sus hogar, tampoco tiene conocimiento básico acerca del tratamiento que se debe realizar al agua antes de consumirla, además que no tienen hábitos de higiene en cuanto a los recipientes de recolección y almacenamiento del agua, estos factores están estrechamente ligados a la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la localidad de Ocuvi, por otro lado, Mejía (2005) en su investigación realizada en San Jeronimo obtuvo que los usuarios muestran poca aceptación y conocimiento con respecto al uso de tecnologías de desinfección propuestas debido a la desinformación en cuanto a salud y poca preocupación por su nivel de vida.

En cuanto al parámetro turbidez o turbiedad, los valores obtenidos se encuentran entre un mínimo de 0.34 a un máximo de 4.33 UNT, se tiene valores algo elevados, pero dentro de los estándares establecidos, por tanto es muy necesario realizar el proceso de filtración del agua para reducir estos valores, Pacori (2018) en su estudio realizado en Sicuani obtuvo en el parámetro turbiedad obtuvo un valor máximo de 6.3UNT y un



mínimo de 4.0 UNT, los cuales en su mayoría sobrepasan los límites, por otro lado, Mejía (2005) en su estudio de evaluación de la aptitud de agua subterránea para aprovechamiento humano, obtuvo valores entre 3 y 7 UNT, siendo estos también considerados elevados en comparación con los estándares de calidad para agua.

Los valores obtenidos del parámetro cloruros oscilan entre 162.3 mg/L a una máxima de 283.91 mg/L, estos valores son elevados, el valor de la fuente PM01 sobrepasa levemente el límite establecido, (Belizario, 2011) en su estudio evaluación de la calidad de agua subterránea en Coata obtuvo como valor mínimo de cloruros 21.88 a un valor máximo de 634.73 mg/l de este modo el 37.5% de las muestras sobrepasan los límites permitidos y fundamenta que el agua subterránea por su naturaleza suele tener valores elevados en cloruros y sulfatos, en contraste con aguas de origen superficial.

En cuanto a sulfatos se obtuvo valores de 79.6 mg/L a 147.2 mg/L, los cuales son consideras levemente elevados, pero se encuentran dentro de los estándares establecidos, (Belizario, 2011) encontró que los valores de sulfatos en el agua analizada oscila entre 36.0 a 266 mg/l con lo que evidenció que el 12.5% de las muestras que analizó, sobrepasa los límites, por otro lado (Contreras, 2021) obtuvo de su estudio un valor de 4 mg/l, considerablemente bajo en comparación con los límites establecidos.

De acuerdo a los datos obtenidos de la encuesta realizada, se tiene que en cuanto a tratamiento, la población desconoce acerca del tema, además que existe una desinformación total sobre la calidad de agua que es consumida, por otra parte, Mejía (2005) en su estudio realizado en San Jerónimo obtuvo que los usuarios muestran poca aceptación al uso de tecnologías de desinfección propuestas debido a la desinformación en cuanto a salud y poca preocupación por su nivel de vida.



Estos hallazgos obtenidos representan los factores que generan la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la población de la localidad de Ocuvi, además corroboran que la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la localidad de Ocuvi está relacionada de manera significativa con el deficiente manejo (almacenamiento, tratamiento y consumo) que se le da al agua consumida por la población, esta información nos permite proponer de manera acertada, medidas y/o estrategias de solución para mitigar el problema que aqueja a la población.

4.3. PROPUESTA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO POBLACIONAL DENTRO DEL HOGAR

Luego de haber obtenido los resultados del análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, además de los datos de las encuestas sobre el manejo, tratamiento, calidad, almacenamiento y consumo de agua, se procedió a realizar la propuesta de un Sistema de Tratamiento de Agua para Consumo Poblacional Dentro del Hogar, con la finalidad de proveer a la población de una tecnología de tratamiento de agua que se pueda utilizar dentro de los hogares y que garantice que el agua destinada al consumo humano no represente un peligro para la salud (ver Anexo 4).



V. CONCLUSIONES

Habiendo finalizado el presente estudio, según los hallazgos obtenidos se puede inferir las siguientes conclusiones:

PRIMERO: Los factores relacionados con la calidad y suministro de agua que generan la persistencia de enfermedades de origen hídrico en la población de la localidad de Ocuvi son el desconocimiento acerca del adecuado manejo (tratamiento, almacenamiento, calidad y consumo) del agua que consumen dentro de sus hogares, orillándolos a consumir agua cruda y almacenada de manera antihigiénica e inadecuada.

SEGUNDO: Luego de analizar, interpretar y comparar los obtenidos datos de las concentraciones físicas, químicas y microbiológicas de las fuentes de agua muestreadas, con base en los estándares de calidad de agua se determinó que la calidad de agua de estas cuatro fuentes usadas para el consumo poblacional, es apta para la producción de agua potable.

TERCERO: Se pudo identificar y evaluar las prácticas de manejo, tratamiento, almacenamiento y consumo de agua, mediante la realización de la encuesta denominada “Encuesta de la percepción local de manejo, almacenamiento, tratamiento, calidad y consumo del agua en la población de la localidad de Ocuvi”, donde se obtuvo que el 50% no realiza ningún tipo de limpieza o desinfección a los recipientes en los que almacena el agua y un 33% lo realiza de vez en cuando, además el 100% de la población encuestada afirma no tener conocimiento sobre la calidad o tratamientos al agua que consume, creyendo que el agua por ser de origen subterráneo es agua limpia y adecuada para consumir directamente, siendo estos factores cruciales en la



incidencia de enfermedades de origen hídrico.

CUARTO: De acuerdo a los hallazgos obtenidos acerca de los factores que generan la persistencia de enfermedades transmitidas por el agua en la población de la localidad de Ocuvi, se desarrolló una propuesta de “Sistema de Tratamiento de Agua para Consumo Poblacional Dentro del Hogar” buscando así lograr la mitigación el problema que aqueja a la población.



VI. RECOMENDACIONES

- PRIMERO:** Establecer programas de vigilancia y control de calidad de agua para el consumo humano con los actores sociales, como la Municipalidad, Gobiernos Locales y Regionales, DIGESA, DIRESA, Redes y centros de Salud, Ministerio de Vivienda y Saneamiento Básico, las Juntas de Administradoras de Agua y Organizaciones Comunales, para garantizar la calidad de agua que consume la población.
- SEGUNDO:** Realizar análisis de laboratorio de calidad de agua de manera periódica, para poder tener información sobre algún cambio que pueda ocurrir en su composición, y así tomar medidas acertadas y oportunas para contrarrestar o mitigar este problema.
- TERCERO:** Desarrollar investigaciones relacionadas con el acceso a agua potable o segura en zonas rurales, para así disminuir los índices de pobreza e incidencia de enfermedades, y contribuir en la mejora de su calidad de vida y desarrollo.
- CUARTO:** Se recomienda a las autoridades locales fomentar la conciencia sobre el cuidado del agua y hábitos de higiene para una mejora en la salud a la población en general, mediante la realización de charlas y programas de concientización
- QUINTO:** Se exhorta al gobierno local y/o entidades competentes priorizar proyectos y estudios que satisfagan las necesidades de urgencia de los pobladores y cumplan con un progreso en la mejora de vida en la zona.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ANA. (2020). *Glosario de terminos de la Ley de Recursos Hidricos y su reglamento.*

ANA.

APHA-AWWA-WPCF. (1992). *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales.* Madrid: Ediciones Diaz de Santos.

Atencio Santiago, H. (2018). *Analisis de la Calidad de Agua Para el Consumo humano y Percepcion Local en la Poblacion de la Localidad de San Atonio de Rancas del Distrito de Simon Bolivar Region Pasco.* Cerro de Pasco: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

Belizario, E. (2011). *Evaluacion de la calidad de agua subterranea para fines de consumo humano de la comunidad Carata del distrito Coata.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Canepa de Vargas, L. (2004). *“Tratamiento de agua para consumo humano: Plantas de filtración rápida”.* Lima: CEPIS.

Conant, J., & Fadem, P. (2011). *Guia Comunitaria Para la Salud Ambiental.* Colorado: Hesperian.

Contreras, H. (2021). *Calidad de agua para consumo humano en los manantiales en la parcialidad de Jiscullaya - El Collao - Puno.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

DS N° 031-2010-SA. (2010). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: Diario Oficial el Peruano.



- FAO, O. d. (1993). *Lucha Contra la Contaminacion Agricola de los Recursos Hidricos*. Burlington, Canada: GEMS.
- Gallego, M. (2000). *Babab*. Obtenido de El agua, vehiculo de contaminacion.: <https://www.babab.com/no01/agua.htm>
- IGME. (2001). *Calidad y Contaminacion de las Aguas Subterранеas*. Madrid: IGME.
- INEI. (2017). *Resultados Definitivos del Censo Nacional 2017*. Lima: INEI.
- Mamani, E. (2012). *Propuesta de Estandares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterranea*. Lima: Direccion General de Calidad Ambiental.
- Mejía, M. (2005). *Análisis de la calidad de agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la micro cuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras*. Centro Agronomo Tropical de Investigacion y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica.
- Ministerio de Salud. (2011). *Guía Técnica MI AGUA*. Lima: MINSA.
- MINSA. (2007). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los recursos Hidricos*. Lima: Ministerio de Salud.
- MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima: MINSA.
- OMS. (2009). *Guia para la Calidad del Agua Potable*. Lima: OMS.
- OMS. (2018). *Salud en Emergencias y Desastres*. Madrid: OMS.
- OPS/OMS. (2007). *Guía para mejorar la calidad del agua en el ámbito rural y de las pequeñas localidades*. Lima: OMS.



- OPS/OMS. (2012). *Gestion Integral y Adaptativa de Recursos Ambientales para Minimizar Vulnerabilidades al Cambio Climatico en Microcuencas Altoandinas*. Lima: CEPAL.
- Ordoñez, J. (2011). *Cartilla Tecnica: Aguas Subterraneas - Acuíferos*. Sociedad Geografica de Lima.
- Pacori, K. (2018). *Calidad fisicoquimico y bacteriologica del agua en la zona de captacion de la comunidad Herca - Sicuani - Canchis - Cusco*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Reynolds, J. (2002). *Manejo Integrado de Aguas Subterraneas: un reto para el futuro*. San José: Universidad Estatal a Distancia.
- Rodriguez, R., Martinez, C., Hernandez, D., & Veguillas, J. (2003). *Calidad del Agua de Fuentes de Manantial en la Zona Basica de Salud de Singuenza*. Revista Española de Salud Publica, 423 - 432.
- Sánchez, J. (20 de Agosto de 2017). *Contaminacion de las aguas subterraneas*. Salamanca: USAL. Obtenido de Los tipos de acuíferos y sus manantiales: <https://aquasain.com/blog/los-tipos-acuiferos-manantiales/>
- Sanchez, J., Alvarez, T., Pacheco, J., Carrillo, L., & Amilcar, R. (2016). *Calidad de Agua Subterranea: acuífero sur de Quintana Roo, México*. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, 75 - 95.
- Sierra Ramírez, C. A. (2011). *Calidad de Agua: evaluación y diagnóstico*. Medellin: Ediciones de la U.



- Sierra, C. (2011). *Calidad de Agua Evaluacion y Diagnostico*. Medellin: Ediciones de la U.
- UNESCO. (2021). *UNESCO*. Obtenido de Abordar la escasez y la calidad del agua:
<https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad>
- Vera, J., & Albarracin, A. (2017). *Metodología para el análisis de vulnerabilidad ante amenazas de inundación, remoción en masa y flujos torrenciales en cuencas hidrográficas*. Ciencia e Ingeniería Neogranadina.
- Vermillion, D., & Sagardoy, J. (1999). *Transfer of irrigation manangement services*. Roma: FAO.
- Villón, M. (2002). *Hidrología* (2da Edición ed.). Perú: Editorial Villón.
- Wenger, R., Rogger, C., & Wymann, S. (2003). *Manejo Integrado de los Recursos Hidricos: Un Camino hacia la Sostenibilidad*. Inforesources, 5-20.



ANEXOS

ANEXO 1: Panel fotográfico



Municipalidad Distrital de Ocuvi



Plaza de Armas de Ocuvi



Iglesia de Ocuvi



Rio Ocuvi



Primer punto de monitoreo – pozo PM01



Toma de temperatura en PM02 – manatial captado



Toma de muestra PM03 – manantial



Cuarto punto de monitoreo PM04 – Manantial



Toma de muestra de PM04



Alpacas que son criadas en semicautiverio



Zona de acumulación de excretas animales



Letrinas



Letrina moderna



Letrina antigua



ANEXO 2: Resultados del análisis de laboratorio



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001935

LQ-2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra PMO 1
PROCEDENCIA : OCUVIRI - LAMPA
INTERESADO : LIZ BONIFACIO DURANT
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 09/09/2022, por el interesado
ANÁLISIS : 10/09/2022
COD. MUESTRA : B009-000409

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Cocos claro
OLOR : No presenta olores extraños

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 6.59
Temperatura : 14.00 °C
Conductividad Eléctrica : 31.9 µS/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO₃ : 186.84 mg/L
Alcalinidad como CaCO₃ : 129.41 mg/L
Cloruros como Cl⁻ : 243.92 mg/L
Sulfatos como SO₄²⁻ : 147.20 mg/L
Sólidos Totales Disueltos : 15.20 mg/L
Calcio como Ca²⁺ : 52.51 mg/L
Magnesio como Mg²⁺ : 13.50 mg/L
Porcentaje de salinidad : 0.00 %
Turbidez : 0.34 NTU

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Bacterias coliformes totales : <1 UFC/100ml
Coliformes fecales : <1 UFC/100ml

L- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA

Puno, C.U. 14 de septiembre del 2022

Vºgº

LIZ BONIFACIO DURANT
ANALISTA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
RQ-1801-CP-10294



Ing. Oscar R. Apurto Aragón, Ph.D.
DECANO - UNPUNA



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001936

LQ-2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra PMO 2

PROCEDENCIA : OCUVIRI - LAMPA
INTERESADO : LIZ BONIFACIO DURANT
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 09/10/2022 por el interesado
ANÁLISIS : 10/10/2022
COD. MUESTRA : 8009-000409

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Lechoso
OLOR : No presenta olores extraños

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 6.71
Temperatura : 13.80 °C
Conductividad Eléctrica : 39.70 µS/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO₃ : 228.00 mg/L
Alcalinidad como CaCO₃ : 120.67 mg/L
Cloruros como Cl⁻ : 283.91 mg/L
Sulfatos como SO₄²⁻ : 79.60 mg/L
Sólidos Totales Disueltos : 19.80 mg/L
Calcio como Ca²⁺ : 58.72 mg/L
Magnesio como Mg²⁺ : 19.74 mg/L
Porcentaje de salinidad : 0.00 %
Turbidez : 4.33 NTU

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Bacterias coliformes totales : <1 UFC/100ml
Coliformes fecales : <1 UFC/100ml

1.- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. Nº 031-2010-SA

Puno, C.U. 14 de septiembre del 2022

vºgº

LSP
ING. LUCYMERIA FERRER FERRER
ANALISTA DE CONTROL DE CALIDAD
PUNO - PERU - 2022

DECANO
DECANO PUNO - 1994



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 001937

LQ-2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra PMO 1
PROCEDENCIA : OCUVIRI - LAMPA
INTERESADO : LIZ BONIFACIO DURANT
MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA
MUESTREO : 09/10/2022 por el interesado
ANÁLISIS : 09/10/2022
COD. MUESTRA : B009-000409

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS:

ASPECTO : Líquido
COLOR : Cacao clara
OLOR : No presenta olores extraños

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 6.80
Temperatura : 10.00 °C
Conductividad Eléctrica : 80.3 µS/cm
CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS
Dureza Total como CaCO₃ : 122.60 mg/L
Alcalinidad como CaCO₃ : 84.30 mg/L
Cloruros como Cl⁻ : 162.30 mg/L
Sulfatos como SO₄²⁻ : 91.40 mg/L
Sólidos Totales Disueltos : 11.60 mg/L
Calcio como Ca²⁺ : 42.30 mg/L
Magnesio como Mg²⁺ : 13.80 mg/L
Porcentaje de solinidad : 0.00 %
Turbidez : 0.20 NTU


CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Bacterias coliformes totales : <1 UFC/100ml
Coliformes fecales : <1 UFC/100ml

L- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. N° 031-2010-SA

Puno, C.U. 14 de septiembre del 2022

Vºgº


INGRID TENES FONCE
ANALISTA QUÍMICO DE CONTROL DE CALIDAD
AQ - LQA - CP - 12394



Ing. Oscar E. Apaza Magán, P.D.
DECANO - I.Q. UHA



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
FACULTAD ACREDITADA
LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



Nº 00193B

LQ-2022

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico y microbiológico de AGUAS: Muestra PMO 1

PROCEDENCIA : OCUVIRI - LAWPA

INTERESADO : LIZ BONIFACIO DURANT

MOTIVO : ANALISIS DE CALIDAD DE AGUA

MUESTREO : 09/10/2022 por el interesado

ANÁLISIS : 10/09/2022

COD. MUESTRA : B009-000409

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

ASPECTO : Líquido

COLOR : Cocos clara

OLOR : No presenta olores extraños

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

pH : 7.30

Temperatura : 8.40 °C

Conductividad Eléctrica : 120.2 µS/cm

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

Dureza Total como CaCO₃ : 154.20 mg/L

Alcalinidad como CaCO₃ : 109.29 mg/L

Cloruros como Cl⁻ : 205.70 mg/L

Sulfatos como SO₄²⁻ : 110.60 mg/L

Sólidos Totales Disueltos : 13.10 mg/L

Calcio como Ca²⁺ : 50.90 mg/L

Magnesio como Mg²⁺ : 17.30 mg/L

Porcentaje de salinidad : 0.00 %

Turbidez : 1.38 NTU

CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICO

Bacterias coliformes totales : <1 UFC/100ml

Coliformes fecales : <1 UFC/100ml

L- Los parámetros físico-químico y microbiológico analizados en el laboratorio de control de calidad SI cumplen con el reglamento de la calidad de agua para consumo humano: D.S. Nº 031-2010-SA

Puno, C.U. 14 de septiembre del 2022

Vºgº

ING. LUZ PATRICIA TORRES
ANALISTA LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD
REG-1868 - COP-12394



Ing. E. Apurba
DECANO - UNP



ANEXO 3: Formato de herramientas de recolección de información

REGISTRO DE IDENTIFICACION DEL PUNTO DE MONITOREO

Nombre de la fuente de agua			
Clasificación de la fuente de agua			
IDENTIFICACION DEL PUNTO			
Código del punto de monitoreo			
Descripción			
Accesibilidad			
Representatividad			
Finalidad del monitoreo			
Reconocimiento del entorno			
UBICACIÓN			
Distrito:	Provincia:	Departamento:	
Localidad:			
Coordenadas WGS84:		Sist. de coordenadas:	
Norte/Latitud:		Zona:	
Este/Longitud:		Altitud:	
Elaborado por:	Fecha:		

ETIQUETA PARA MUESTRA DE AGUA

Código del punto de monitoreo:					
Tipo de cuerpo de agua:					
Fecha de muestreo:				Hora:	
Parámetro requerido					
Preservada:	SI	NO	Tipo reactivo:		



**“Encuesta de la percepción local de manejo, almacenamiento, tratamiento,
calidad y consumo del agua en la población de la localidad de Ocuvi”**

Familia:

- 1) ¿Cuál es la principal fuente de agua para consumo para los miembros de su hogar?
 - a) Manantial
 - b) Manantial captado
 - c) Pozo
 - d) Otros

- 2) ¿Cuenta su hogar con suministro de agua?
 - a) Si
 - b) No

- 3) ¿Dónde se encuentra la fuente de agua para el consumo utilizada en su hogar?
 - a) En el interior de la vivienda
 - b) En patio o parcela propio
 - c) Fuera de la vivienda

- 4) ¿Cómo almacena el agua que recoge y se consume en su hogar?
 - a) Bidones de agua con tapa
 - b) Cubo de agua con tapa
 - c) Cubos o Baldes de agua sin tapa

- 5) ¿Realiza algún tipo de desinfección a los recipientes en donde almacena el agua que consume?
 - a) Si
 - b) No



c) A veces

6) ¿Tiene conocimiento de si la calidad de agua que se consume en su hogar es apta para el consumo poblacional?

a) Si

b) No

7) ¿Recibe algún tipo de tratamiento el agua que se consume en su hogar?

a) Si

b) No

8) ¿Qué métodos emplea habitualmente para resulte más seguro beber el agua?

a) Hervirla

b) Añadir lejía o cloro

c) Utilizar un filtro

d) Colarla a través de un paño

e) Dejarla asentar

f) otro

9) ¿Ha tenido algún miembro de la familia enfermedades gastrointestinales (dolor de estómago, diarreas, nauseas) o anemia?

a) Si

b) No

10) ¿Qué tan frecuentes son estas enfermedades?

a) Más de una vez al mes

b) Cada dos meses

c) Unas pocas veces al año



ANEXO 4: Propuesta de Sistema de Tratamiento de Agua para Consumo Poblacional

Dentro del Hogar

I. Introducción

Luego de haber obtenido los resultados del análisis de laboratorio de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, además de los datos de las encuestas sobre el manejo, tratamiento, calidad, almacenamiento y consumo de agua, se procedió a realizar la propuesta de un Sistema de Tratamiento de Agua para Consumo Poblacional Dentro del Hogar, con la finalidad de proveer a la población de una tecnología de tratamiento de agua que se pueda utilizar dentro de los hogares y que garantice que el agua destinada al consumo humano no represente un peligro para la salud.

II. Objetivos

El objetivo principal es garantizar que el agua que llega a los hogares sea segura y cumpla con los estándares de calidad necesarios para el consumo de la población.

- Reducir la incidencia de enfermedades de origen hídrico, es decir diarreicas y parasitarias, a través de la eliminación de sustancias y organismos que las producen.
- Fomentar la participación de la población en el cuidado y mantenimiento de los sistemas de tratamiento dentro del hogar para fortalecer la conciencia sobre la importancia del agua segura y la responsabilidad de su cuidado.



III. Criterios para el uso del Sistema de Tratamiento Dentro del Hogar

3.1 Criterios para su aplicación

Para el uso del Sistema de Tratamiento Dentro del Hogar se debe tener en consideración los siguientes puntos:

- Si las aguas poseen una alta turbidez, requiere que se use el procedimiento completo con el uso del alumbre como coagulante.
- Por lo general son 60 el número de vueltas habituales con el cristal de alumbre, sin embargo este número puede variar de acuerdo a la turbidez y color del agua.
- Se puede prescindir del proceso de coagulación y filtrar directamente el agua recolectada cuando esta es clara.

IV. Requerimientos básicos

4.1 Insumos

- **Balde de plástico de 20 litros**

Balde de copolimero polietileno de alta densidad de 20 litros de capacidad, el cual cumplirá la función de balde de recolección de agua.

- **Piedra de alumbre**

Sulfato de aluminio amónico en presentación de piedra blanquecina, la cual servirá como coagulante.

- **Bidón de plástico de 35 litros**

Bidón de polietileno de alta densidad de 35 litros de capacidad que cuenta con un grifo en la parte inferior para el uso del agua tratada, el cual se usará para realizar el filtrado y almacenamiento del agua ya tratada.



- **Grifo de plástico**

Grifo de polietileno con dispositivo de cierre de rotación lateral, el cual se colocara en la parte inferior del bidón de 35 litros, a 4 centímetros de la base, el cual se usara para el expendio del agua ya tratada.

- **Manga filtrante**

Filtro de polipropileno de tipo manga con porosidad de 1 μm , esta manga se debe colocar en la boca del bidón.

- **Lejía**

Hipoclorito de Sodio al 0.5%, este insumo se utilizara para realizar la desinfección del agua filtrada.

- **Mesa**

Mesa de madera, será usada como el soporte del sistema de tratamiento.

4.2 Recursos Humanos

- Personal capacitado para la implementación del sistema de tratamiento de agua para consumo poblacional dentro del hogar.
- Poblador consiente y comprometido en utilizar el sistema de tratamiento dentro de su hogar.

V. Consideraciones específicas de los componentes del sistema de tratamiento

5.1 Balde de recolección

Este debe contar con una tapa como medio de protección al agua recolectada y a los procesos de floculación y decantación. Este envase debe poseer baja rugosidad, buena flexibilidad y resistencia a la deformación por calor y esfuerzos de rotura.



5.2 Coagulante

El sulfato alumínico amónico ($\text{NH}_4 \text{ Al} (\text{SO}_4)_2 \cdot 24\text{H}_2\text{O}$), conocido como piedra de alumbre o alumbre amoniacal será usado como coagulante, este se obtiene de la cristalización de la mezcla de sulfato de aluminio y sulfato de amonio, este compuesto es utilizado ampliamente en tratamiento de aguas, antiséptico y aditivo de alimentos.

5.3 Bidón de almacenamiento

Debe ser un recipiente de 35 litros, resistente a la ruptura, deformación, temperatura e impacto, además contar con una llave o grifo en la parte inferior externa para el expendio del agua tratada.

5.4 Filtro

Las mangas o bolsas filtrantes son de polipropileno de $1\mu\text{m}$ de porosidad, con un diámetro de 10m centímetros y de 20 centímetros de longitud, de forma cilíndrica además de uniones termoselladas, todo esto con la finalidad de evitar las enfermedades producidas con microorganismos.

VI. Operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua para consumo poblacional dentro del hogar

El uso del sistema de tratamiento presentado es de uso familiar. Se describe a continuación el procedimiento de debe seguirse para el mejoramiento de la calidad del agua para uso poblacional:



6.1 Recolección de agua

Para la recolección de agua se usará el recipiente o balde de 20 litros con tapa, el cual servirá para el transporte del agua hacia la vivienda.

6.2 Coagulación – Floculación

Para realizar el proceso de mejoramiento de las características físico químicas del agua, se debe poner en contacto con la piedra de alumbre el agua sin tratamiento o cruda que se recolectó previamente, esta se introduce en el recipiente y se agita por el tiempo aproximado de un minuto o realizar 60 vueltas, si la turbiedad es mayor, el número de vueltas incrementará (proceso de coagulación y mezcla) posteriormente se deja en reposo el recipiente por al menos un tiempo de 20 minutos (proceso de floculación y decantación). Después del tiempo de reposo se podrá observar la formación de flóculos o partículas de gran tamaño estando siendo estas buenas características para la decantación, luego del tiempo perentorio los flóculos se depositan en el fondo del recipiente y estará apta para el proceso de filtración.

6.3 Filtración

Transcurridos los 20 minutos en el recipiente de recolección o Unidad de Mejoramiento de Características Físicas y químicas. El agua decantada se vierte en el bidón o Unidad de Filtración, el paso del agua por la manga filtrante solo demorará el tiempo que demore el agua en verterse y debe realizarse de forma muy cuidadosa para evitar el paso de sedimentos o derrames, evitar que la manga filtrante quede sumergida en el agua filtrada, una vez finalizado el proceso de filtración se debe retirar la manga del bidón.



6.4 Desinfección

Después de filtrar toda el agua, se prosigue con la desinfección, haciendo uso de la lejía, cloro o hipoclorito de Sodio al 0.5%, de acuerdo a los protocolos de desinfección de agua, se debe agregar 4 gotas de esta sustancia por litro de agua. El agua filtrada se deja en contacto con el cloro por un aproximado de 30 minutos, para así asegurar la desinfección adecuada y poder consumir un agua segura.

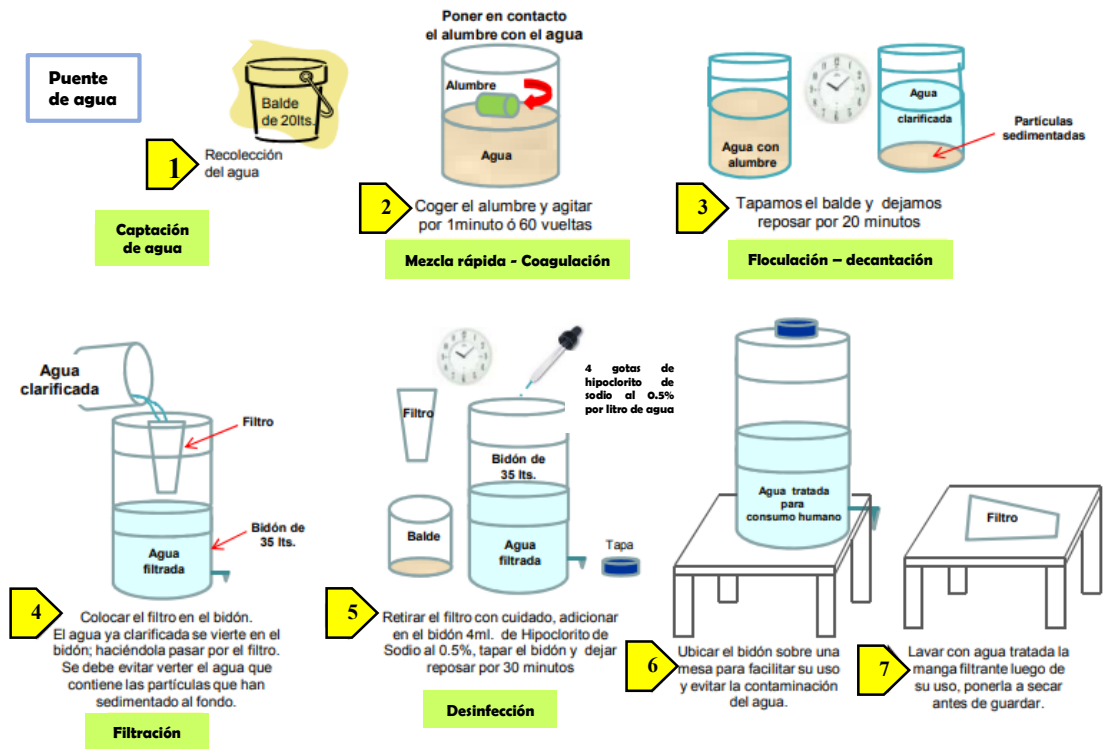
6.5 Mantenimiento del sistema de tratamiento dentro del hogar

- Las familias deben de mantener o conservar limpio y en perfecto estado el balde de recolección y el bidón para el almacenamiento del agua tratada.
- Se debe retirar la manga filtrante después del proceso de filtrado y lavarla cuidadosamente con el agua filtrada.
- El pilón o grifo del bidón debe ser manipulado con mucho cuidado evitando así su deterioro acelerado.

A continuación se muestra un esquema del proceso de funcionamiento del sistema de tratamiento dentro del hogar de agua para consumo poblacional:

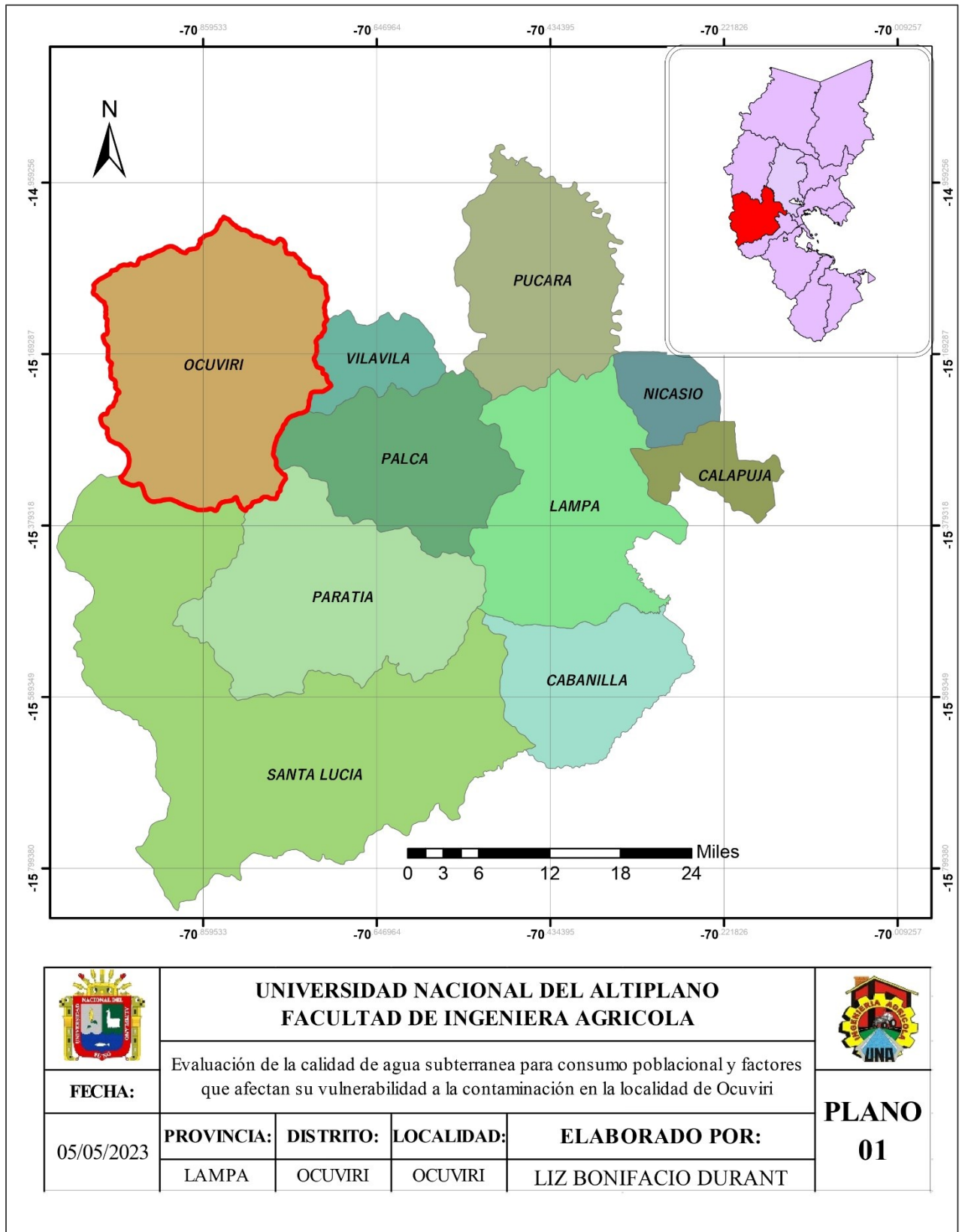
Figura 24

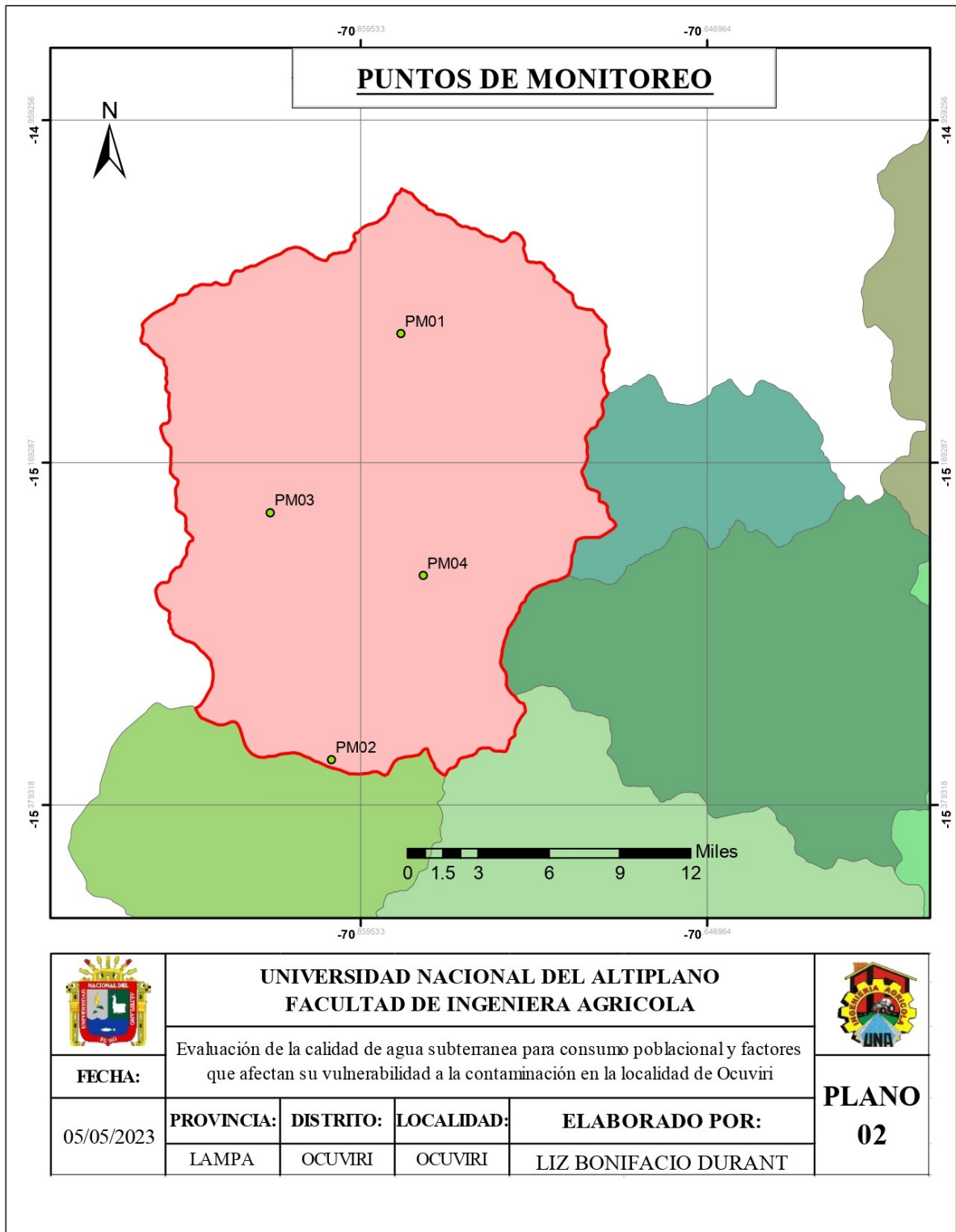
Esquema del proceso de funcionamiento del sistema de tratamiento dentro del hogar de agua para consumo poblacional





ANEXO 5: Mapas de Ubicación







DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Liz Fany Bonifacio Durant
identificado con DNI 70310455 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
Ingeniería Agrícola

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:
" Calidad de Agua para Consumo Poblacional, en la localidad
de Oaviri, Distrito de Oaviri, Provincia de Lampa - Puno "

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de octubre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Liz Fany Bonifacio DuranT,
identificado con DNI 70310455 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

Ingeniería Agrícola
informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ Calidad de Agua para Consumo Poblacional, en la localidad de Ocoviri, distrito de Ocoviri, Provincia de Lampa - Puno ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de octubre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella