

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local  
en el anexo de Cantarizu, Provincia de Oxapampa y Región Pasco – 2019**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero ambiental**

**Autor: Bach. Roberto Fredy GARCÍA NOBLEJAS**

**Asesor: Mg. David Jhonny CUYUBAMBA ZEVALLOS**

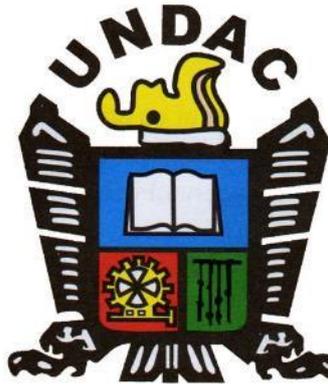
**Cerro de Pasco – Perú – 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRION**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**ESCUELA DE FORMACION PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL**

**OXAPAMPA**



**TESIS**

**Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local  
en el anexo de Cantarizu, Provincia de Oxapampa y Región Pasco – 2019**

**Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:**

\_\_\_\_\_  
Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN  
Presidente

\_\_\_\_\_  
Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Ing. Anderson MARCELO MANRIQUE  
Miembro

## **DEDICATORIA**

A mi Mamá, quien siempre estuvo pendiente con su apoyo incondicional y aliento para el logro de esta meta profesional.

## **RECONOCIMIENTO**

A mi asesor, por su asesoramiento y orientación para el desarrollo del presente trabajo de Investigación.

A todos mis amigos y docentes por su ayuda incondicional y consejos para que la tesis sea un éxito.

## RESUMEN

El estudio se realizó en el centro poblado rural de Cantarizu, distrito de Oxapampa durante el mes de mayo del 2019, con el objetivo de determinar su calidad fisicoquímica y microbiológica. Se hizo el análisis microbiológico del agua, para determinar la calidad del agua con base a la Norma Oficial, empleando las pruebas presuntivas, confirmativas y completas después se determinó el NMP que es un método estadístico con una confiabilidad de 95%. También se utilizó el método estadístico de U de Mann Witney para el análisis de los resultados por colonias muestreadas y estaciones del año (Azzimonti, 2005).

También se presenta en resumen los resultados de las pruebas: presuntiva confirmativa y completa en la cual se informa que todas las muestras de agua analizadas no sobrepasan los estándares de calidad de agua en los parámetros físico – químicos, inorgánicos y un parámetro de los microbiológicos, dado que en los coliforme termotolerantes sobre pasa más del doble del ECA para categoría A – 2 aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, sin embargo al existir cierta cantidad de coliformes se tiene que realizar un proceso de tratamiento convencional para utilizarla como agua potable.

**Palabras Clave:** Calidad de Agua, Análisis de agua, Anexo de Cantarizu

## **ABSTRACT**

The study was carried out in the rural town center of Cantarizu, Oxapampa district during the month of May 2019, with the objective of determining its physicochemical and microbiological quality. The microbiological analysis of the water was done, to determine the quality of the water based on the Official Standard, using the presumptive, confirmatory and complete tests after the NMP was determined, which is a statistical method with a 95% reliability.

The Mann Witney U statistical method was also used to analyze the results by sampled colonies and seasons of the year (Azzimonti, 2005).

The results of the tests are also presented in summary: confirmatory and complete presumptive in which it is reported that all the water samples analyzed do not exceed the water quality standards in the physical - chemical, inorganic parameters and a microbiological parameter, given that in the thermotolerant coliforms, more than twice the ECA passes for category A - 2 surface waters destined for the production of drinking water, however, when there is a certain amount of coliforms, a conventional treatment process must be made to be used as drinking water.

**Keywords:** Water Quality, Water Analysis, Cantarizu Annex

## INTRODUCCIÓN

El agua es un líquido importante para el consumo humano las que deben de cumplir con los parámetros establecidos de calidad y que debe de ser inocua para la salud de las personas. Por consiguiente, el agua no debe de presentar ningún tipo de riesgo que pueda causar ningún tipo de enfermedad. La contaminación más frecuente de agua es a través de las excretas del hombre y de los animales

A nivel mundial en los países de Latinoamérica existe cuerpo de agua microbiológicamente segura entendiéndose como aquella que se encuentra libre de todo microorganismo patógeno y de bacterias características de una contaminación fecal. El agua es un factor importante donde puede convertirse en un vehículo para contraer diversas enfermedades en el ser humano especialmente niños y ancianos.

El Perú es un país mega diverso que cuenta con tres regiones geográficas (la costa, la sierra y la selva), uno de los países con reserva de agua dulce a nivel mundial sin embargo con el crecimiento demográfico se tiene una carencia del servicio de agua potable las faltas de sistemas de saneamiento básico ocasiona enfermedades infecciosas gastrointestinales que ocupan el segundo lugar que alcanzo el 26.48%(OMS, 2006).Este problema trae consecuencia en el incremento de los presupuestos públicos del estado para poder atender la salud así como de los gastos familiares frente a una enfermedad provocada por el deficiente consumo de agua no apta para consumo humano ,que de alguna forma disminuye la calidad de vida de las familias expuestas.

Por lo que es fundamental realizar la investigación de la Evaluación de la calidad de agua para consumo humano en el anexo de Cantarizu del distrito de

Oxapampa 2019, y a la vez determinar la calidad de agua a través de los análisis físicos químicos y bacteriológicos de los muestreos de la captación “Manantial Cantarizu”.

El trabajo de investigación cuenta con la siguiente manera. Capítulo I Problema de investigación donde se desarrolla la descripción del Problema de la investigación; que incluye la descripción de la realidad problemática. Luego se formulan los problemas de la investigación que son materia de estudio, posteriormente se realiza la delimitación tanto temporal, espacial, cuantitativa, los objetivos de la investigación, justificación, importancia y limitaciones de la investigación realizada.

Capítulo II Marco teórico, se plantea el marco teórico, el marco histórico, las bases teóricas de cada una de las variables en estudio y finalmente se define los términos básicos, también se incluirán los antecedentes en función a los problemas planteados en la investigación. Incluye la metodología de la Investigación que está relacionada con la formulación de las hipótesis principales y específicas; Identificación de variables, Operacionalización de hipótesis

Capítulo III Métodos y técnicas de investigación, variables e indicadores; tipo, nivel de investigación, método, diseño de la investigación, universo, población y muestra, técnicas e instrumentos, fuentes de recolección de datos, técnicas de procedimiento y análisis de datos recolectados, la utilización del procesador sistematizado, computarizado y por último las pruebas estadísticas.

Capítulo IV Resultados y discusión, relacionadas con el trabajo de campo.

Finalmente, las conclusiones, sugerencias; además de la bibliografía y sus respectivos anexos.



## INDICE

DEDICATORIA

RECONOCIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN

INDICE

<b>CAPITULO I .....</b>	<b>1</b>
<b>PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Identificación y Determinación del Problema .....	1
1.2. Delimitación del problema .....	2
1.3. Formulación del Problema.....	2
1.3.1. Problema general .....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. Formulación de Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo general .....	3
1.4.2. Objetivos específicos .....	3
1.5. Justificación de la Investigación.....	4
1.6. Limitaciones de la investigación.....	7
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>8</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>8</b>
2.1. Antecedentes de estudio .....	8
2.1.1. A nivel nacional .....	8
2.1.2. A nivel internacional .....	12
2.2. Bases Teóricas – Científicas .....	18
2.2.1. Agua .....	18
2.2.2. Parámetros físicos, químicos y biológicos.....	18
2.2.3. Propiedades y generalidades del agua .....	29
2.2.4. Contaminación del agua .....	30
2.2.5. Aspectos Legales .....	31
2.2.6. Parámetros evaluados para la calidad del agua para consumo humano.....	35
2.3. Definición de Términos Básicos .....	48
2.3.1. Agua residual.....	48
2.3.2. Agua tratada .....	48
2.3.3. Estándar de calidad ambiental (ECA) .....	49
2.3.4. Cadena de custodia .....	49
2.3.5. Calidad de agua .....	49
2.3.6. Cuerpo receptor .....	50
2.3.7. Vertimiento.....	50
2.3.8. Caudal .....	50

2.3.9.	Monitoreo de calidad de agua .....	50
2.3.10.	Muestra de agua .....	50
2.3.11.	Preservante químico .....	50
2.3.12.	Protocolo.....	51
2.3.13.	Punto de monitoreo.....	51
2.3.14.	Punto de control.....	51
2.3.15.	Río .....	51
2.3.16.	Agua superficial .....	51
2.4.	Formulación de la Hipótesis.....	52
2.4.1.	Hipótesis general .....	52
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	52
2.5.	Identificación de variables.....	52
2.5.1.	Variable Independiente .....	52
2.5.2.	Variable Dependiente .....	52
2.6.	Definición operacional de variables e indicadores .....	53
<b>CAPITULO III .....</b>		<b>54</b>
<b>MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>54</b>
3.1.	Tipo de Investigación.....	54
3.2.	Método de investigación.....	54
3.2.1.	Etapas preliminar de gabinete: .....	55
3.2.2.	Etapas de Campo: .....	55
3.2.3.	Etapas de Análisis de Muestras en Laboratorio .....	57
3.2.4.	Etapas Final de Gabinete.....	60
3.3.	Diseño de investigación .....	60
3.4.	Población y Muestra.....	61
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.5.1.	Materiales.....	62
3.5.2.	Equipos .....	62
3.6.	Técnicas de procesamiento y análisis de los datos.....	63
3.7.	Tratamiento estadístico .....	67
3.8.	Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación .....	67
3.9.	Orientación ética .....	68
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>69</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>		<b>69</b>
4.1.	Descripción del trabajo de campo .....	69
4.1.1.	Área de Influencia .....	69
4.1.2.	Recursos hídricos y calidad del agua .....	71
4.1.3.	Calidad del agua.....	73
4.2.	Presentación, análisis e interpretación de resultados.....	74
4.2.1.	Captación “Manantial Cantarizú” .....	74
4.2.2.	Captación “El Abra” .....	77

4.3.	Prueba de Hipótesis .....	81
4.4.	Discusión de resultados .....	81
4.4.1.	Captación “Manantial Cantarizú” .....	81
4.4.2.	Captación “El Abra” .....	82
<b>CONCLUSIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>BIBLIOGRAFIA</b>		
<b>ANEXO</b>		

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y Determinación del Problema**

En el anexo de Cantarizu la situación de la calidad de salud y saneamiento ambiental es regular, la misma ha generado altas tasas de mortalidad y morbilidad y múltiples factores de riesgo, así como complicaciones y enfermedades en la población.

El Sistema de Abastecimiento de agua potable de la Junta Administradora de los Servicios de Saneamiento (JASS), del anexo Cantarizú, consiste en: una (01) captación de un manante de ladera con infraestructura de concentrado de concreto armado, una (01) cámara húmeda, una (01) línea de conducción de tubería PVC de Ø 2" con una longitud de 490.00 metros lineales, cuatro (04) cámaras rompe presión tipo 6 , un (01) reservorio de 50 m<sup>3</sup>, dos (02) casetas de válvulas, una (01) línea de aducción con tubería PVC de Ø 1 1/2", dos (02) líneas de

distribución con tubería PVC de Ø 1 1/2" que se reduce a 3/4" para ambas líneas y 90 conexiones domiciliarias.

El sistema de abastecimiento de agua es de tipo gravedad sin tratamiento, con equipo dosificador de cloro comprende un dosificador de flunno contante autocompensado. El servicio de agua tiene una continuidad de 24 horas diarias.

En la actualidad no toda la población de dicho anexo cuenta con el servicio de agua, trayendo como consecuencia que acarreen agua de ciertas quebradas, esto ha originado que se genere e incremente enfermedades respiratorias, gastrointestinales, diarreas agudas. Es por ello que urge el mejoramiento del sistema de agua, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población al reducir los costos de cuidado de la salud, este Proyecto mejorará las condiciones de vida de los habitantes, logrando de esta manera el desarrollo de la población local de una manera eficaz y segura.

## **1.2. Delimitación del problema**

Alcanzando un punto crítico de la caracterización de las muestras de agua para el consumo humano nos centramos en la investigación de las concentraciones físico – química y microbiológica que desempeña el recurso natural "Recurso Hidrico" manantial de Cantarizu y el abra, para la población respectiva.

En un valor determinado de conocer las diferentes características de este manantial y definir si es apto para el consumo de agua y/o ser complementado de consumo de agua potable,

## **1.3. Formulación del Problema**

### **1.3.1. Problema general**

¿Cuáles son las concentraciones de elementos Físicos – Químicos y Microbiológicos de Agua Para Consumo Humano del Manantial de Cantarizu y el abra en el Anexo Cantarizu, Provincia de Oxapampa – Región Pasco?

### **1.3.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo serán las concentraciones físico – química y microbiológica del agua para consumo humano del manantial de Cantarizu y el abra?
- ¿Están las concentraciones de elemento Físico – Química y Microbiológica dentro de los parámetros para el consumo de agua potable?
- ¿Cuáles serán las características del agua para consumo de agua potable del Manantial de Cantarizu y el abra?

## **1.4. Formulación de Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar las concentraciones de elemento Físico – Química y Microbiológica de Agua Para Consumo Humano del manantial de Cantarizu y el abra, Provincia de Oxapampa – Región Pasco.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Analizar el agua del manantial Cantarizu para saber las concentraciones físico – química y microbiológica para el consumo humano.

- Calcular las concentraciones de elemento Físico – Química y Microbiológica dentro de los parámetros para el consumo de agua potable.
- Determinar las características del agua para consumo de agua potable del manantial Cantarizu y el abra.

### **1.5. Justificación de la Investigación**

El antiguo sistema de agua fue construido en su primera vez por el estado a través del Fondo de Cooperación para el Desarrollo Social (FONCODES) hace aproximadamente entre 24 y 25 años posteriormente fue reparado por los propios pobladores de forma artesanal a través de los años. Así mismo las diferentes autoridades han tratado de mejorar el sistema existente con los escasos recursos de la Municipalidad.

En la actualidad no toda la población de dicho centro poblado cuenta con el servicio de agua, trayendo como consecuencia que acarreen agua de ciertas quebradas, esto ha originado que se genere e incremente enfermedades respiratorias, gastrointestinales, diarreas agudas. Es por ello que urge el mejoramiento del sistema de agua, con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población, este Proyecto mejorará las condiciones de vida de los habitantes, logrando de esta manera el desarrollo de la población local de una manera eficaz y segura.

#### **Sistema de agua potable**

Es un sistema de agua potable por gravedad con tratamiento precario (Sedimentador) el cual en la actualidad no está en funcionamiento.

### **Captación**

La captación existente es del tipo superficial (artesanal), se capta por represamiento agua de la quebrada y tiene un caudal aforado de 1.61 lps. Está ubicado en el sector denominado Quebrada Camarón.

Esta estructura es de concreto simple, el que se encuentra en mal estado de conservación, presenta grietas en las paredes, el ingreso del represamiento hacia la caja de almacenamiento es a través de una abertura con rejilla de fierro muy por encima del nivel de fondo (Aproximadamente a 0.50 m).

Esta caja se tiene una tubería con una canastilla de 3" de diámetro que conducía el agua hacia el sedimentador, hoy en desuso.

El represamiento es aproximadamente de 8.5m x 3m x 1m, tiene una tubería de alivio de 4" de diámetro.

### **Sedimentador**

El sistema de tratamiento del agua era un Sedimentador de concreto armado de 2.00 metros de largo, 0.90 metros de ancho y con una altura de 0.90 metros.

La estructura existente presenta losa corroída, quiebres y rajaduras, desperfectos que generan filtración de agua externa, hacia dentro del Sedimentador.

Actualmente este componente no funciona, se ha efectuado un pase directo hacia la línea de conducción que va hacia el reservorio.

### **Línea de conducción**

La línea de conducción es de PVC de 3" de diámetro, esta constituía por tuberías. La línea tiene algunos tramos expuestos en la mayoría de su recorrido hacia el reservorio, quedando propenso a roturas y desgaste por contacto directo con el medio ambiente, razón por la cual se encuentran gastadas y deterioradas, esto se evidencio al efectuar el recorrido en campo, no se puede esclarecer la clase de tubería que se instaló.

### **Reservorio existente 10 m<sup>3</sup>**

Es un reservorio apoyado, con una estructura de concreto armado, de forma cuadrada, tiene un volumen de 10 m<sup>3</sup>, con una antigüedad de más de 25 años. Las dimensiones son 2.50 m x 1.60 m.

La que ha sido abandonada de acuerdo a lo que se pudo verificar en campo debido a que ya no es suficiente para la población actual del anexo de Cantarizu y además del mal estado de conservación que se encuentra, presentando grietas y fisuras, la caseta de válvulas no tiene en ella ninguna válvula y las tuberías están cortadas.

### **Red de distribución**

La tubería de conducción va directamente hacia la población con tubería de 3" y luego con 2", para posteriormente en el recorrido del centro poblado empalmar con tuberías de 1", ¾" y ½".

### **Conexiones domiciliarias**

Las conexiones domiciliarias no son las convencionales muy pocos cuentan con un servicio adecuado, la mayoría tiene en su vivienda un tubo con un grifo, otros acarrean agua, las presiones de agua son mínimas en los grifos de agua.

## **1.6. Limitaciones de la investigación**

1. En tiempo y recursos económicos para llevar a cabo una profunda interpretación de este recurso para el consumo humano.
2. La falta de colaboración de las instituciones y pobladores en el sentido de proporcionar información sobre el problema y propuestas de acción hacia la solución.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1. A nivel nacional**

**A. CAVA, T. Y RAMOS, F. (2016) “CARACTERIZACIÓN FÍSICO – QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA LOCALIDAD LAS JUNTAS DEL DISTRITO PACORA – LAMBAYEQUE, Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO”**

El estudio se realizó en la localidad de Las Juntas, ubicada en el distrito de Pacora del departamento de Lambayeque, con el objetivo de caracterizar físico – químico y microbiológicamente el agua de consumo humano de dicha localidad y así elaborar una propuesta de tratamiento para el fortalecimiento de este servicio. Para esto se tomó como referencia el Reglamento de la

Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud. Para el análisis de agua se tomaron diez puntos de muestreo en diferentes sitios de la localidad los cuales incluye el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y 8 viviendas, para cada sitio de muestreo se recolectó dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, se recolectó por 4 semanas haciendo un total de 40 muestras, evaluando 19 parámetros. Obteniéndose como resultado que los parámetros que están dentro de los límites para consumo humano son: pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Según los datos proporcionados de la calidad del agua, se concluye que el agua proveniente de la localidad de Las Juntas no es apta para consumo humano. Esto implica y justifica la aplicación sistemática de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con el fin de mejorar la calidad de agua, y lograr que la población esté protegida contra enfermedades infectocontagiosas. (CAVA, 2016)

**B. CHAMBI G. (2015) “DETERMINACIÓN DE BACTERIAS COLIFORMES Y *E. COLI* EN AGUA DE CONSUMO DE LOS CRIADORES ALPAQUEROS DE TRAPICHE, ANANEA – PUNO”.**

Chambi realizó un estudio con el objetivo de determinar el estado sanitario de la infraestructura de abastecimiento de agua de consumo humano en el centro poblado de Trapiche Ananea – Puno, en donde los valores fueron de 14.85 UFC/100 mL coliformes totales y *E. coli* /100 mL de agua de pozos, determinándose que el agua no es apta para consumo humano. Mientras que en la calidad bacteriológica de agua de pozo y agua potable utilizada en los mercados Unión y dignidad, Bellavista, Central y Laykakota de la ciudad de Puno los resultados fueron coliformes totales: 827.25 NMP/100 mL, coliformes termotolerantes: 111 NMP/100 mL y *Escherichia coli* 164 NMP/100 mL. Soto (2013). Por otro lado, Cutimbo (2012) determinó coliformes totales y termotolerantes por el método de tubos múltiples en pozos de La Yarada – Tacna; por cuanto los resultados fueron: 21 pozos (46%) se encontraron bacteriológicamente aptas para el consumo humano y 25 pozos (54%) no aptas. (CHAMBI, 2015)

**C. ABAD ORTIZ, A. (2014). “CALIDAD FISICOQUIMICA Y BACTERIOLÓGICA DEL AGUA DE CINCO MANANTIALES DEL DISTRITO DE JACAS CHICO PROVINCIA DE YAROWILCA, REGION HUANUCO”.**

Abad en investigación realizada determino la calidad fisicoquímica y bacteriológica de cinco manantiales de agua del distrito de Jacas Chico, los resultados para coliformes totales fueron de 0 a 67.50 NMP/100ml. Sin embargo, Laura & Meza (2015), en su investigación calidad bacteriológica de los

manantiales del centro de investigación y producción de chucuito (CIPCH) UNA reportaron para coliformes totales en el manantial Murinlaya un promedio de 2100.00 a 6320.00 NMP/100ml superando los límites permisibles. Por otra parte, Vilca (2011), en la evaluación de la calidad bacteriológica y físico química de las aguas de manantial como fuente de agua de sus habitantes reportó para coliformes totales un promedio de 18.33 NMP/100ml. (ABAD ORTIZ, 2014)

**D. CAMINATI A. Y CAQUI, R. (2013). “ANÁLISIS Y DISEÑO DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y SU DISTRIBUCIÓN EN LA UNIVERSIDAD DE PIURA”.**

Caminati y Caqui, determinaron que el agua de mesa que brinda actualmente la universidad no cumple con los Límites Máximos Permisibles de calidad según el Decreto Supremo N° 031 – 2010 – SA, siendo el agua de mesa “Spring” la más crítica por presentar la mayor cantidad de bacterias heterotróficas, lo que evidencia la ausencia de medidas higiénicas en el lavado y llenado de bidones y deficiencia en el mantenimiento de filtros, membranas y tanques de almacenamiento, con lo cual dicha agua no es apta para el consumo. Por lo tanto, es de vital importancia que la universidad tome medidas concretas para subsanar esta situación y brinde así un mejor servicio en pos del cuidado de la salud de su personal. (CAMINATI, 2013)

**E. YUPANQUI TORRES, (2006), “ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE FUENTES DE AGUAS TERMOMINERALES DEL CALLEJÓN DE HUAYLAS”**

Yupanqui Torres realizó el estudio denominado “Análisis Físicoquímico de fuentes de aguas termominerales del Callejón de Huaylas”, cuyo objetivo fue: determinar las características físicoquímicas de las fuentes de aguas termominerales más importantes del Callejón de Huaylas. El autor llega a la conclusión que los componentes catiónicos y aniónicos mayoritarios en las aguas termominerales de El Pato, La Merced, Chancos y Monterrey son: sodio, calcio, cloruro, bicarbonato y sulfato, por lo tanto, no son aptas para la alimentación, ni deben ser utilizadas para riego en la agricultura. (YUPANQUI, 2006)

**2.1.2. A nivel internacional**

**A. ROBLES E; RAMÍREZ E; DURÁN A; MARTÍNEZ M; Y GONZALES M. (2013) “CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA DEL ACUÍFERO TEPALCINGO – AXOCHIAPAN, MORELOS MÉXICO”**

Por otra parte, en los estudios determinaron la calidad del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan – México, donde efectuaron seis muestreos y determinaron dos parámetros bacteriológicos y once físicoquímicos, reportando los resultados de: turbidez (0.14 – 0.77NTU), pH (6.0 – 7.6), sólidos totales disueltos en mg/L (297 - 1198), sulfatos en mg/L (49.8 - 740),

dureza total en mg/L (145 - 736), nitratos en mg/L (0.81 – 2.20), cloruros en mg/L (3.8 – 30.7), las pruebas bacteriológicas mostraron concentraciones de coliformes totales y fecales en todos los pozos. (ROBLES, 2013)

**B. PADILLA. T, GARCÍA. N Y PÉREZ, W (2010)  
“CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y  
BACTERIOLÓGICA, EN DOS ÉPOCAS DEL AÑO, DE LA  
SUBCUENCA DEL RÍO QUISCAB, GUATEMALA”**

La relevancia económica, social y ecológica de la cuenca del lago Atitlán, el cuerpo de agua más importante de Guatemala, motivó proponer un estudio de la sub cuenca del río Quiscab, considerada como su mayor tributaria, que inició por la caracterización físico-química y bacteriológica de las aguas en dos épocas del año. Para ello fueron tomadas muestras de agua en diferentes puntos de la sub cuenca, previamente seleccionados a partir de la existencia de fuentes contaminantes de diversos orígenes, a las que se les realizaron los análisis correspondientes, cuyos resultados se compararon con los establecidos por las normas guatemaltecas para estimar la calidad del agua superficial. La caracterización físico-química y bacteriológica de la sub cuenca, en las épocas de lluvia y seca, permitió determinar el posible uso del agua en los dos momentos evaluados. (PADILLA, 2010)

**C. MÓNICA SIMANCA, BEATRIZ ÁLVAREZ Y ROBERTH  
PATERNINA (2010) “CALIDAD FÍSICA, QUÍMICA Y**

## **BACTERIOLÓGICA DEL AGUA ENVASADA EN EL MUNICIPIO DE MONTERÍA”**

El agua es vector de peligros físicos, químicos y biológicos importantes para el hombre, por lo que para su consumo es necesario verificar las condiciones de salubridad de la misma, para determinar su aptitud para el consumo humano. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los parámetros físicos: pH, color, olor, turbiedad, sólidos totales y conductividad; las características químicas: alcalinidad, sulfatos, dureza total, hierro total, aluminio, cloruros y cloro residual; y las características bacteriológicas: coliformes totales, coliformes fecales y *Pseudomonas* spp., en 16 empresas envasadoras de agua para consumo humano en el municipio de Montería departamento de Córdoba durante cinco meses. Las variables sólidas totales, pH, alcalinidad, dureza total, conductividad, cloruros, cloro residual y alcalinidad, mostraron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,01$ ) y los sulfatos diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) entre los meses de estudio, indicando que las variaciones de la calidad del agua cruda en el transcurso del estudio influyeron en la calidad final de la misma. Los parámetros de dureza, sólidos totales y conductividad difieren significativamente ( $p \leq 0,05$ ) entre las empresas envasadoras, como producto de la etapa de floculación para minimizar sólidos y turbiedad en algunas envasadoras. Las variables color, olor, turbiedad, contenido de hierro y aluminio no mostraron

diferencias significativas ( $p \geq 0,05$ ) tanto para las empresas evaluadas como durante los meses de estudio. Los parámetros bacteriológicos, permanecieron constantes durante la investigación. Este estudio evidenció el cumplimiento del Decreto 1575 del 2007 y las Resoluciones 2125 del 2007 y 12186 de 1991 del Ministerio de la Protección Social de Colombia. (MÓNICA, 2010)

**D. ROBLES E; RAMÍREZ E; DURÁN A; MARTÍNEZ M; Y GONZALES M. (2013) “CALIDAD BACTERIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DEL AGUA DEL ACUÍFERO TEPALCINGO – AXOCHIAPAN, MORELOS MÉXICO”**

Por otra parte, en los estudios determinaron la calidad del agua del acuífero Tepalcingo – Axochiapan – México, donde efectuaron seis muestreos y determinaron dos parámetros bacteriológicos y once fisicoquímicos, reportando los resultados de: turbidez (0.14 – 0.77NTU), pH (6.0 – 7.6), sólidos totales disueltos en mg/L (297 – 1198), sulfatos en mg/L (49.8 – 740), dureza total en mg/L (145 – 736), nitratos en mg/L (0.81 – 2.20), cloruros en mg/L (3.8 – 30.7), las pruebas bacteriológicas mostraron concentraciones de coliformes totales y fecales en todos los pozos. (ROBLES, 2013)

**E. RAMOS MALDONADO, (2006), “ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN EL AREA URBANA DEL PUERTO DE SAN JOSE, DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA”.**

Ramos Maldonado realizó un estudio denominado “Análisis de la calidad del agua para consumo humano en el área urbana del puerto de San José, departamento de Escuintla” realizado en Guatemala, cuyo objetivo fue realizar un análisis físico – químico y bacteriológico del agua que actualmente suministra el sistema de abastecimiento, con el fin de verificar si la vigilancia y el control de la misma cumplen con los requisitos exigidos por Norma Coguanor NGO 29001, para consumo humano del área urbana del municipio del Puerto de San José, del departamento de Escuintla. El autor llega a la conclusión por efectos de la investigación que el agua extraída desde las profundidades de la tierra, no debería estar contaminada, por no existir oxígeno disuelto y en el aspecto de la bacteriología en este tipo de agua los microorganismos no tendrían medios de subsistencia, pero se concluyó en los análisis realizados en ese lugar no se cumplía, debido a que el agua cruda de los pozos mostraba contaminación fecal.

En base a los valores obtenidos de los parámetros físicos y químicos del agua en estudio, el agua suministrada por la red de abastecimiento de la municipalidad de Puerto de San José, en su mayoría es apta para consumo humano. Mientras que según características bacteriológicas el agua suministrada no es apta para consumo humano, por lo que en determinados momentos puede afectar la salud del consumidor. (RAMOS, 2006)

**F. GUDIEL PANIAGUA, (1996), “DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO Y USO INDUSTRIAL DE LAS FUENTES DE AGUA QUE ABASTECEN AL MUNICIPIO DE SANTA CATARINA PINULA”**

Gudiel Paniagua realizó un estudio denominado “Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial de las fuentes de agua que abastecen al municipio de Santa Catarina Pinula” en Guatemala, cuyo objetivo fue determinar la calidad física, química y bacteriológica del agua distribuida por el sistema de abastecimiento municipal a la población de Santa Catarina Pinula y sus alrededores; este autor llega a la conclusión por efectos de la investigación que: el agua distribuida por la municipalidad de Santa Catarina Pinula cumple con la norma COGUANOR NGO 29-001 en cuanto a parámetros físicos se refiere, durante la época de verano; no ocurre así en invierno, ya que las características de turbiedad y color la hacen no potable. En cuanto a parámetros químicos, no es apta para consumo humano, debido a la concentración de hierro excede el máximo permisible establecido por la norma, el resto de parámetros químicos si cumplen con la norma. El agua bacteriológicamente no es potable, según la norma de calidad del agua.

Para uso industrial, no cumple la propuesta de norma, por lo que debe ser objeto de algún tratamiento antes de ser usada con fines industriales. (GUDIÉL, 1996)

## **2.2. Bases Teóricas – Científicas**

### **2.2.1. Agua**

El agua es una sustancia química compuesta de 2 átomos de hidrógeno y 1 de oxígeno y que puede presentarse en cualquiera de los tres estados: líquido, gas (vapores) y sólido (hielo). Se conoce, además, que en la naturaleza sigue un ciclo (ciclo hidrológico).

### **2.2.2. Parámetros físicos, químicos y biológicos**

Los principales parámetros utilizados para medir el agua varían desde precisas determinaciones químicas cuantitativas hasta determinaciones cualitativas biológicas y físicas. Se presenta las definiciones, explicaciones y aplicaciones de los parámetros, incluyéndolas dentro de las secciones que se refieren a las características físicas, químicas y biológicas.

#### **2.2.2.1. Parámetros físicos**

La característica física más importante es su contenido total de sólidos, el cual está compuesto por materia flotante y materia en suspensión en dispersión coloidal y en disolución. Otras características físicas son la temperatura, color y olor.

— ***Temperatura***

La temperatura en el agua, es un parámetro importante, para el desarrollo de la vida acuática, las reacciones químicas y velocidad de reacción. Es un indicador de la calidad del agua, que influye, sobre otros indicadores del recurso hídrico, como el pH, el déficit de Oxígeno, la Conductividad eléctrica, la absorción de Oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección y los procesos de mezclas, floculación, sedimentación y filtración. Múltiples factores, principalmente ambientales, hacen que la temperatura del agua, varíe continuamente.

Magnitud referida a las nociones comunes de caliente o frío. Por lo general, un objeto más "caliente", que otro, puede considerarse que tiene una temperatura mayor y si es frío, se considera que tiene una temperatura menor. En física, se define como una magnitud escalar, relacionada con la energía interna de un sistema termodinámico, definida por el principio cero de la termodinámica.

Como un parámetro, indica, los desniveles térmicos de la materia. Las descargas de agua a altas temperaturas, pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras, al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el

crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización. El Oxígeno, es menos soluble en agua caliente, que en agua fría. La temperatura, reduce el Oxígeno, en los cuerpos de agua, en los meses de verano. En un cuerpo de agua, el aumento de la temperatura, disminuye la vida, de las especies acuáticas. La temperatura óptima, para el desarrollo de las actividades, se detiene, cuando alcanza los 50 °C y a temperaturas, alrededor de 15 °C, las bacterias productoras de Metano, cesan su actividad. Las temperaturas elevadas, pueden dar lugar a la proliferación de plantas acuáticas y hongos (METALF – 2002).

— ***Conductividad***

Es la medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica, se reportan en microsiems/cm ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Ésta capacidad, depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones; así como, la temperatura del agua.

— ***Sólidos Totales Disueltos (STD).***

Constituyen una medida de la parte de sólidos, en una muestra de agua, que pasa a través de un poro nominal de 2,00  $\mu\text{m}$  ó menos, en condiciones específicas. La concentración total de sustancias o

minerales disueltos es un parámetro, útil para conocer las relaciones edáficas y la productividad en un cuerpo de agua natural; de allí que los STD, se pueden determinar por filtración (básicamente o multiplicando por un valor constante de 0,55 del valor de la Conductividad) y evaporando una determinada cantidad de agua, a baja temperatura ( $\pm 105,00$  °C). Entonces, STD, es el residuo seco, que contiene materia orgánica e inorgánica.

— ***Alcalinidad Total.***

Capacidad del agua para neutralizar ácidos; pero, aniones de ácidos débiles (Bicarbonatos, Carbonatos, Hidróxidos, Sulfuros, Silicatos y Fosfatos), contribuyen con la alcalinidad. La Alcalinidad, está influenciado por el pH, la composición del agua, la temperatura y la fuerza iónica.

Generalmente, está presente en aguas naturales, como equilibrando al contenido de Carbonatos y Bicarbonatos con Ácido Carbónico, prevaleciendo los iones Carbonatos. Por eso, un agua puede tener baja Alcalinidad; pero, un pH alto o viceversa.

La Alcalinidad, es importante en el tratamiento del agua, porque, reacciona con coagulantes hidrolizables (sales de Hierro y Aluminio), durante el

proceso de coagulación y tiene incidencia sobre el carácter corrosivo o incrustante, que puede tener el agua y cuando alcanza niveles elevados, tiene efectos sobre el sabor.

#### **2.2.2.2. Parámetros químicos**

Incluyen a los orgánicos, los inorgánicos y los gases.

— ***pH.***

Valor que determina si una sustancia es ácida, básica o neutra; calculando el número de iones presentes en el agua. Se mide en una escala de 7 a 14 (Neutra = 7; Ácida < 7; Básica > 7). Cuando el número de iones Hidrógeno ( $H^+$ ), exceden al número de iones Hidróxidos ( $OH^-$ ), la sustancia es ácida y cuando el número de iones Hidrógeno ( $H^+$ ), es igual al número de iones Hidróxidos ( $OH^-$ ), la sustancia es neutra.

La concentración del ión Hidrógeno, es un parámetro de calidad de importancia, para agua natural y residual. Todas las fases de tratamiento del agua de suministro y residual, la neutralización ácido-base, suavizado, precipitación, coagulación, desinfección y control de corrosión, dependen del pH. Se miden convencionalmente, con el pH-metro.

Los riesgos, indican, que no ejerce efectos directos en los consumidores, es un parámetro, que indica la calidad del agua. Para que, la desinfección con cloro,

sea eficaz, es necesario que el pH, sea inferior a 8. Valores con pH, mayores de 11, produce irritación ocular y trastornos cutáneos.

$$\text{pH} = \text{Log } 1/ [\text{H}^+] = - \text{Log } [\text{H}^+]$$

También, puede titularse y se expresado por la fórmula:

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

Medida de las concentraciones de iones de hidrógeno en el agua. Se expresan en unidades estándares.

Aguas con pH = 5 a 8, pueden ser dañinas para el hombre y la vida acuática. Las aguas residuales de la industria del petróleo, particularmente de las operaciones de refinación, pueden ser muy ácidas o alcalinas por el uso de productos químicos en varios procesos de refinación. Para las aguas de consumo humano (pH = 6,8 y 7,2).

— **Cloruros.**

Generalmente, las aguas superficiales, no contienen cloruros en concentraciones elevadas y no afectan al sabor, salvo que la fuente de agua provenga de áreas salinas o con influencia de corrientes marinas. En aguas superficiales, los responsables de la salinidad, son los Sulfatos y Carbonatos y no los Cloruros. El OMS, recomienda un LMP, de 250 mg/L, arriba de este valor, puede influir en la corrosividad del agua.

La concentración de cloruros, es una medida específica de salinidad de las descargas de la industria petrolera y componentes de las salmueras de hidrocarburos de petróleo. El aumento de cloruros en el agua, aumenta al mismo tiempo, la corrosividad. El alto contenido de cloruros, impide que el agua sea utilizada para consumo humano y el ganado. Además, puede matar a la flora circundante.

El Cloruro en forma de ión, es uno de los aniones inorgánicos importantes en aguas naturales y residuales. La infiltración de aguas subterráneas en las alcantarillas, continuas a aguas saladas, constituyen fuentes de cloruros y sulfatos.

Los cloruros, que encuentran en el agua natural, proceden de la disolución de suelos y rocas, que los contengan y que, están en contacto con el agua. En caso de aguas costeras, su presencia se debe a la intrusión de aguas saladas. Otras fuentes de cloruros, son las descargas de aguas domésticas, agrícolas e industriales a las aguas superficiales.

Las descargas orgánicas, provenientes de los desechos humanos, también, son fuentes de cloruros (6 g personas/día). Los compuestos que reducen la dureza del agua, son también, fuente importante de la formación de cloruros. Fuentes con elevado

contenido de cloruros, dañan las estructuras metálicas.

El umbral del gusto de los cloruros, se halla entre 200 mg/L a 300 mg/L.

— ***Aceites y Grasas (A/G).***

Cualquier material recuperado, como sustancia soluble en Cloroformo, incluye otros materiales extraídos por el disolvente de una mezcla acidificada, tales como, los compuestos de azufre, ciertos tintes orgánicos y la clorofila, no volatilizados durante la prueba, se expresa en mg/L. La presencia de Aceites y Grasas en el agua, alteran su calidad estética de color, olor, sabor y apariencia.

El aceite o petróleo en las aguas, es perjudicial para la vida acuática, porque forma película sobre la superficie del agua, reduce la aireación y disminuye la penetración de la luz solar, necesaria para la fotosíntesis (producción primaria) de las plantas acuáticas.

— ***Dureza Total (Dureza de Calcio (Ca) y Dureza de Magnesio (Mg)).***

Se originan en áreas, donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. Estas aguas, con una simple desinfección, son aptas para consumo humano, más no, para limpieza.

El agua, es dura si tiene disueltos en sus volúmenes, iones de minerales como Mg, Ca y Fe. Las aguas superficiales, son blandas, a diferencia de las aguas profundas. Las aguas blandas, tienen menos 75 mg/L de dureza; las moderadamente duras (75 mg/L a 150 mg/L); las duras (150 mg/L a 300 mg/L) y superiores a 300 mg/L, son aguas muy duras. EPA, considera, como LMP, el valor de 500 mg/L, de dureza.

La dureza, mide la presencia de cationes  $\text{Ca}^{+2}$  y  $\text{Mg}^{+2}$ , y en menor cantidad  $\text{Fe}^{+2}$  y  $\text{Mn}^{+2}$  y otros alcalinotérreos. En la actualidad, se tiende a prescindir del término “dureza”, indicándose la cantidad de Calcio y Magnesio, presente en un agua, expresados en mg/L.

El Ca y el Mg, son los iones de mayor abundancia en agua dulce y son factores que limitan el proceso biológico, de los sistemas acuáticos. Siendo el Ca, el de mayor abundancia y representa el 48 %, de la concentración de los STD (Cuando ellos alcanzan un valor menor de 50 mg/L) y el Mg, representa el 14 %. Para valores mayores a 50 mg/L, de STD, las concentraciones de los iones Ca y Mg, son de 53 % y 34 %.

— ***Oxígeno Disuelto (OD).***

Parámetro, que proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. El Oxígeno Disuelto en el agua, es importante, para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc. afectan sus niveles. La baja concentración de Oxígeno Disuelto, puede ser un indicador, de que el agua, tiene una alta carga orgánica, provocada por aguas residuales. Se debe fundamentalmente a la solubilización del Oxígeno Atmosférico y a su generación en la fotosíntesis de algas (específicamente), este oxígeno se consume durante la noche, por el metabolismo propio de las algas y la muerte de ellas, también consume oxígeno, al degradarse. La concentración del oxígeno en el agua, depende de la presión que tenga en la atmósfera y de la temperatura del agua. Se asume, que la concentración del Oxígeno a 25 °C, es de 8,32 mg/L. La solubilidad de un gas en el agua, disminuye con el aumento de la temperatura; de tal manera, que a 35 °C, la concentración del O<sub>2</sub>, en el agua, es de 7,03 mg/L y a 0 °C, aumenta a 14,74 mg/L.

### 2.2.2.3. Características biológicas

Las aguas crudas pueden tener una gran variedad de microorganismos patógenos y no patógenos. Según Sierra Ramírez (2011), los microorganismos más importantes que se encuentran en el agua y pueden producir enfermedades son las bacterias, los virus, las algas, los hongos y algunos protozoos.

#### — **Coliformes Totales**

Bacterias, principalmente asociadas con los desechos humanos y animales, expresada en Unidades Formadoras de Colonia en 100 mL de muestra problema, (UFC/100 mL).

Proporcionan, una medida de la contaminación del agua proveniente de las excretas de las personas y/o animales domésticos y silvestres. Este control es exclusivo para aguas de uso humano. Se basan en medir la presencia de microorganismos como son bacterias colifórmicas que producen la contaminación fecal y los microorganismos patógenos que producen cólera.

#### — **Coliformes Termotolerantes**

Sub grupo de coliformes, que habitan en el intestino del hombre y animales de sangre caliente. Se expresan en Unidades Formadoras de Colonia en 100 mL de muestra problema, (UFC/100 mL).

### **2.2.3. Propiedades y generalidades del agua**

El agua es un componente de nuestra naturaleza que ha estado presente en la Tierra desde hace más de 3000 millones de años, ocupando tres cuartas partes de la superficie del planeta. Su naturaleza se compone de tres átomos, dos de hidrogeno y uno de oxigeno que unidos entre si forman una molécula de agua (H<sub>2</sub>O).

La forma en que estas moléculas se unen entre sí determinará la forma en que encontramos el agua en nuestro entorno; como líquidos, en lluvias, ríos, océanos, camanchaca, etc., como sólidos en témpanos y nieves o como gas en las nubes. El agua es un líquido incoloro, casi inodoro e insípido, esencial para la vida animal y vegetal y el más empleado como solvente.

Gran parte del agua de nuestro planeta, alrededor del 98%, corresponde a agua salada que se encuentra en mares y océanos, el agua dulce que poseemos en 69% corresponde a agua atrapada en glaciares y nieves eternas, un 30% está constituido por aguas subterráneas y una cantidad no superior al 0,7% se encuentra en forma de ríos y lagos.

Su punto de congelamiento es 0 Celsius (32 °F) su punto de ebullición 100 Celsius (212 °F), su gravedad específica es de 1,000. La mayoría de las moléculas de agua tiene un peso molecular de 18. Sin embargo, puesto que el hidrógeno y el oxígeno tienen cada uno 3 isótopos se sabe que el agua se presenta en condiciones normales o naturales ambientales, en uno de sus tres estados; solidó, líquido y gaseoso, que las

temperaturas de transformación de un estado en otro han sido tomadas como puntos estables o fijos.

#### **2.2.4. Contaminación del agua**

La contaminación consiste en una modificación generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola inapropiada o peligrosa para el consumo humano, la industria, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural. La presente investigación está enfocada en la contaminación del cuerpo receptor de agua superficial.

##### **2.2.4.1. Contaminantes comunes del agua**

La contaminación del agua son los cambios físicos o químicos del agua que afectan adversamente a los organismos. Existe un número muy grande de contaminantes del agua, así como una diversidad de fuentes de contaminación, en la tabla N°1 se muestran los contaminantes comunes del agua, la mayoría de ellos provenientes de las actividades humanas como la industria minera, la agricultura, la inadecuada disposición final de los residuos sólidos, vertimientos de aguas servidas, entre otros. En la actualidad la contaminación del agua en nuestro país es un problema socioambiental que está causando conflictos sociales entre las diferentes comunidades afectadas por la contaminación de sus aguas y la industria, principalmente la industria minera.

**Tabla N° 01**  
**Tipos de contaminantes**

<b>COMUNES DEL AGUA TIPO</b>	<b>EJEMPLOS</b>
<b>Químico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sales disueltas: ácidos, sales y compuestos de metales tóxicos Hg y Pb.</li> <li>• Nutrientes vegetales inorgánicos como nitratos y fosfatos.</li> <li>• Sustancias orgánicas: Petróleo, aceites, plaguicidas, solventes, detergentes, etc.</li> </ul>
<b>Físico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólidos flotantes.</li> <li>• Material suspendido: partículas insolubles, suspendidas.</li> <li>• Material sedimentable:</li> <li>• Espumas, líquidos insolubles y calor: enfriamiento de máquinas y plantas.</li> </ul>
<b>Biológico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bacterias patógenas: que producen fiebre tifoidea, cólera, disentería, enteritis, etc.</li> <li>• Virus: hepatitis infecciosa, poliomielitis.</li> <li>• Protozoarios: disentería amebiana, giarda.</li> <li>• Gusanos parásitos: esquistosomiasis.</li> <li>• Maleza acuática: algas.</li> </ul>

Fuente: Elaboración Propia

### **2.2.5. Aspectos Legales**

Las normas ambientales, permiten ejecutar y viabilizar instrumentos de gestión ambiental, que constituyen medios operativos que son diseñados, normados y aplicados con carácter funcional o complementario, para efectivizar el cumplimiento de la Política Nacional Ambiental y las normas ambientales, que rigen en el país.

#### **2.2.5.1. Ley General de Salud (N° 26842)**

Artículo 107: Establece que el abastecimiento del agua para consumo humano queda sujeto a las disposiciones que dicte la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

#### **2.2.5.2. Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo: DS N° 031 – 2010 – SA / Ministerio de Salud**

- Art. 6: Lineamiento de Gestión

6.4.- Calidad de servicio mediante la adopción de métodos y procesos adecuados de tratamiento, distribución y almacenamiento del agua para consumo humano, a fin de garantizar la inocuidad del producto
- Art. 19: Control de Calidad

El control de calidad del agua para consumo humano es ejercido por el proveedor en el sistema de abastecimiento de agua potable. En este sentido, el proveedor a través de sus procedimientos garantiza el cumplimiento de las disposiciones y requisitos sanitarios del presente reglamento, y a través de prácticas de autocontrol, identifica fallas y adopta las medidas correctivas necesarias para asegurar la inocuidad del agua que provee.
- Art. 66: Parámetros de control obligatorio

Son parámetros de control obligatorio para todos los proveedores de agua, los siguientes:

  1. Coliformes totales;
  2. Coliformes termotolerantes;
  3. Color;
  4. Turbiedad;
  5. Residual de desinfectante; y
  6. pH.

- Art. 68: Control de parámetro químicos

Cuando se detecte la presencia de uno o más parámetros químicos que supere el límite máximo permisible, en una muestra tomada en la salida de la planta de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios o en la red de distribución, el proveedor efectuará un nuevo muestreo y de corroborarse el resultado del primer muestreo investigará las causas para adoptar las medidas correctivas, e inmediatamente comunicará a la Autoridad de Salud de la jurisdicción, bajo responsabilidad, a fin de establecer medidas sanitarias para proteger la salud de los consumidores y otras que se requieran en coordinación con otras instituciones del sector.

### **2.2.5.3. Decreto Supremo N° 004 – 2017 – MINAM**

Los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son de cumplimiento obligatorio en la determinación de los usos de los cuerpos de agua, atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, y en el diseño de normas legales y políticas públicas, de conformidad con lo dispuesto en la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua son referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental. Los titulares

de la actividad extractiva, productiva y de servicios deben prevenir y/o controlar los impactos que sus operaciones pueden generar en los parámetros y concentraciones aplicables a los cuerpos de agua dentro del área de influencia de sus operaciones, advirtiendo entre otras variables, las condiciones particulares de sus operaciones y los insumos empleados en el tratamiento de sus efluentes; dichas consideraciones deben ser incluidas como parte de los compromisos asumidos en su instrumento de gestión ambiental, siendo materia de fiscalización por parte de la autoridad competente.

**2.2.5.4. Protocolo de Procedimiento Para la Toma de Muestras, Preservación, Conservación, Transporte, Almacenamiento y Recepción De Agua Para Consumo Humano (R.D. Nº 160 – 2015/DIGESA/SA).**

Mediante el presente Protocolo se estandariza los procedimientos técnicos, equipos y materiales que se deben utilizar y criterios que se deben aplicar para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción por parte del laboratorio de las muestras de agua para consumo humano. Es de aplicación a nivel nacional y de cumplimiento obligatorio para la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), Laboratorio de Control Ambiental, las Direcciones Ejecutivas de las Direcciones Regionales de Salud, Gerencia Regional de Salud,

Direcciones de Salud de Lima o las que hagan sus veces en el ámbito Regional que realizan acciones de vigilancia de calidad de agua para consumo humano.

#### **2.2.6. Parámetros evaluados para la calidad del agua para consumo humano**

- Aspectos Generales

El agua que se analizará o investigará deberá de ser clasificada, si es necesario se somete a un tratamiento especial donde deberá de aplicársele antes de distribuirse.

Este tipo de tratamiento puede ser para determinar según los resultados de las pruebas fisicoquímicas y bacteriológicas si es apta para el consumo humano. Regularmente las investigaciones sanitarias revelan si el agua se produce en las condiciones estipuladas y si varían, dependiendo del lugar donde se encuentre instalado el sistema de dosificación.

Las cuales son:

- Inspección de las operaciones de la planta purificadora, dosificadores y la construcción del pozo.
- Inspección de la fuente sin tratar y las condiciones que influyen en su calidad.
- Inspección del mecanismo para la distribución del líquido a los consumidores.

La potabilidad del agua solo puede determinar por medio de las pruebas físicas, químicas y bacteriológicas de la misma.

El termino calidad de agua está vinculado con aquellas características físicas, químicas y biológicas, por medio de las cuales pueden determinarse si el agua es adecuada para el uso o consumo por el hombre, por muy bajo que sea el grado de claridad o turbiedad, de dureza o suavidad; ningún agua que haya sido contaminada por aguas residuales o materias fecales podrá considerarse como de buena calidad.

El agua libre de microorganismos patógenos y sustancias químicas perjudiciales para la salud se denomina potable y la contaminada como aquellas aguas negras, aguas residuales, aguas con desperdicios industriales se le denominan aguas contaminadas o aguas no potables, no obstante, sus demás cualidades. Un agua caliente y corrosiva será de escasa utilidad para emplearse en la condensación de vapor. Un agua turbia es inaceptable para la fabricación de papel y el agua excesivamente dura no puede usarse en lavandería industriales, por ejemplo.

#### **2.2.7. Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos**

Los análisis físicos y químicos determinan si el agua está contaminada y proporcionan también otras informaciones útiles, sin embargo, esta información no es suficiente para detectar aquellos pequeños grados de contaminación con aguas residuales o agua negras. Sin embargo, las pruebas bacteriológicas se han diseñado de manera que sean muy sensibles y específicas para revelar cualquier contaminación.

## **A. Análisis físicos**

Este tipo de análisis se relaciona con la medición y registro de aquellas propiedades organolépticas que pueden ser observadas por los sentidos; para lo que se hace uso de ciertos parámetros que permiten tener un juicio acertado de la calidad del agua. Estas características son las que más impresionan al consumidor, sin embargo, tienen menor importancia desde el punto de vista sanitario.

- **Color**

El color en el agua es generalmente ocasionado por la extracción de la materia colorante derivado de hojas, semillas y otras sustancias similares en forma de humos desde los bosques o de la materia vegetal de los pantanos y áreas de poca profundidad y algunas veces es causado por la presencia de coloidales del hierro o magnesio combinado con materia orgánica y descargas de desechos industriales. El color verdadero del agua se debe a la presencia de materiales en solución, pero puede cambiar a un color aparente por el efecto de partículas que están en suspensión. Principalmente el color se encuentra en las aguas superficiales o en algunos pozos poco profundo y manantiales; las aguas de pozos profundos son incoloras. Lo contrario con las aguas demasiado coloreadas que son de mayor uso a nivel industrial en algunos procesos y muy frecuentemente no son aptas para una medida de la

eficiencia del proceso de la planta o alimentación en calderas.

- **Temperatura**

Termodinámicamente se considera como una medida de la energía térmica del movimiento desordenado de las moléculas en una sustancia en equilibrio térmico. La temperatura afecta directamente al consumidor, pero no es de gran importancia.

La temperatura tiene también efectos secundarios, mediante su influencia sobre la solubilidad del aire (oxígeno), que es la sustancia oxidante que influye más comúnmente en la corrosión en cualquier dispositivo de equipo industrial. A nivel industrial el índice de corrosión tiende a aumentar conforme esta se eleva. Al igual que el pH del agua también se ve afectado cuando esta aumenta, lo que implica una aceleración de la disposición de hidrógenos atómicos sobre las áreas catódicas.

- **Turbidez**

Es la medida de la opacidad del agua comparada con ciertos estándares establecidos o se debe a la dispersión de interferencias de los rayos luminosos que pasan a través de la misma como resultado de la presencia de materia orgánica e inorgánica finamente dividida.

La medida de la turbiedad es importante, ya que permite evaluar la eficiencia de los procesos de coagulación y

filtración que realizan las plantas de tratamiento de agua. Cualquier impureza soluble finamente dividida en forma coloidal, cualquiera que sea su naturaleza, suspendida en el agua y que disminuya su claridad.

- **pH**

Este significa potencial de hidrogeno y se define arbitrariamente y por comodidad como el logaritmo de base diez del inverso de la concentración del ion hidrogeno ( $H^+$ ) y se emplea para expresar el comportamiento del ion hidrogeno. La mayoría de las aguas naturales tiene un valor de pH 5,5 – 8,6 grados, en una escala de 14 grados, para la cual un pH de 7 en el agua refleja neutralidad. Y para un pH de 7 para arriba representa alcalinidad y lo contrario indica acidez. La alteración excesiva fuera de estos límites puede indicar contaminación del abastecimiento de agua por algún desecho de tipo industrial. Los límites máximos permisibles aceptables son 6,5 – 8,5 grados y límites máximos permisibles son 6,5 – 9,2 grados.

- **Conductividad Eléctrica**

La conductividad eléctrica, se define como la capacidad que tienen las sales inorgánicas en solución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica. El agua pura, prácticamente no conduce la corriente, sin embargo, el agua con sales disueltas conduce la corriente eléctrica. Los iones cargados positiva y negativamente son los que conducen la corriente,

y la cantidad conducida dependerá del número de iones presentes y de su movilidad. En la mayoría de las soluciones acuosas, entre mayor sea la cantidad de sales disueltas, mayor será la conductividad, este efecto continúa hasta que la solución está tan llena de iones que se restringe la libertad de movimiento y la conductividad puede disminuir en lugar de aumentar, dándose casos de dos diferentes concentraciones con la misma conductividad. Todos los valores de conductividad están referidos a una temperatura de referencia de 25 °C.

- **Sólidos totales disueltos (STD)**

Los TDS (total dissolved solids) son la suma de los minerales, sales, metales, cationes o aniones disueltos en el agua. Esto incluye cualquier elemento presente en el agua que no sea (H<sub>2</sub>O) molécula de agua pura y sólidos en suspensión.

En general, la concentración de sólidos disueltos totales es la suma de los cationes (carga positiva) y aniones (cargado negativamente) iones en el agua. Las fuentes primarias de TDS en aguas receptoras son la escorrentía agrícola y residencial, la lixiviación de la contaminación del suelo y fuente de punto de descarga la contaminación del agua de las plantas de tratamiento industriales o de aguas residuales. Los componentes químicos más comunes son el

calcio, fosfatos, nitratos, sodio, potasio y cloruro, que se encuentran en el escurrimiento de nutrientes.

La TDS y la conductividad eléctrica están estrechamente relacionadas. Cuanto mayor sea la cantidad de sales disueltas en el agua, mayor será el valor de la conductividad eléctrica. La mayoría de los sólidos que permanecen en el agua tras una filtración de arena, son iones disueltos. El cloruro de sodio por ejemplo se encuentra en el agua como  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$ . El agua de alta pureza que en el caso ideal contiene solo  $\text{H}_2\text{O}$  sin sales o minerales tiene una conductividad eléctrica muy baja. La temperatura del agua afecta a la conductividad eléctrica de forma que su valor aumenta de un 2 a un 3% por grado Celsius.

## **B. Análisis químicos**

Mediante este análisis es posible determinar las cantidades de materia mineral y orgánica presentes en el agua y que pueden afectar su calidad. El análisis químico desde el punto de vista de la potabilidad del agua se hace por dos razones. Para determinar si la concentración de los constituyentes químicos está conforme a las normas y para determinar la presencia de productos del nitrógeno y relacionarlo con la contaminación de materia orgánica, amoníaco, nitritos (que indican oxidación bacteriana de la materia orgánica) y nitratos que indica que la materia orgánica ha sido mineralizada.

- **Cloruro**

El cloro se utiliza muy ampliamente en aguas y drenajes, como agente oxidante y como desinfectante. Como agente oxidante se le emplea para el control de sabor olor y para la eliminación de color en el tratamiento de aguas municipales (oxidación de compuestos orgánicos); se utiliza para la oxidación de Fe (II) y Mn (II) en los suministros de aguas freáticas; en el tratamiento de aguas industriales se emplea para la oxidación de cianuros en drenajes domésticos. Su uso incluye el control de olor, oxidación de sulfuros, eliminación de amoníaco y la desinfección. Como desinfectante se aplica en el tratamiento de aguas potables municipales y para la desinfección en aguas residuales. El cloro también se emplea para el control de lamas o incrustaciones biológicas, en aplicaciones de tratamiento de aguas industriales como son torres de enfriamiento y condensadores. El cloro también puede considerarse que interviene en la desinfección selectiva o exterminación selectiva, y se utiliza para el control de microorganismos filamentosos (voluminosos) en el tratamiento de aguas residuales con lodos activados. El cloro también tiene gran aplicación como desinfectante en piscinas.

La determinación de este parámetro es importante cuando se tiene un conocimiento en el agua de un abastecimiento, ya que cuando el agua aparece contaminada estos tienden a estar en exceso.

- **Cloro residual**

Si se fuese a adicionar a un agua una cantidad conocida de cualquiera de las formas del cloro y después de cierto intervalo de tiempo (tiempo de contacto) se analizará el agua para determinar al cloro (el cloro residual), se encontraría menos cloro presente que el que se adicionó. Se dice que el agua tiene una demanda de cloro después de cierto tiempo de contacto. El cloro no es sólo un poderoso desinfectante, sino que también satisface otras necesidades en las plantas potabilizadoras de agua. Puede reaccionar como amoníaco, hierro, manganesito, sustancias proteicas, sulfuros y algunas sustancias productoras de sabores y olores mejorando las características del agua potabilizada. Cuando se realiza el proceso de desinfección por medio de cloro es posible obtener en el agua dos formas por medio de las cuales se manifiesta el residual de cloro disponible o activo en el agua. Estas formas son:

**Cloro residual libre disponible:**

Este tipo de residual se obtiene cuando el agua se clora íntegramente; es decir cuando la aplicación del cloro al agua es para producir directamente o mediante la destrucción del amoníaco presente en el agua, un residual de cloro libre.

**Cloruro residual combinado disponible:**

Este residual se obtiene cuando el cloro se aplica al agua con la finalidad de producir conjuntamente con el amoníaco

ya presenté en el agua o agregado, un residual activo combinado. Este también es regularmente más efectivo y más rápido en su acción bactericida que el cloro residual combinado disponible. Esto se debe a que el cloro residual combinado se encuentra presente en las formas de monocloramina ( $\text{NH}_2\text{Cl}$ ), dicloramina ( $\text{NHCl}_2$ ) y tricloramina ( $\text{NCl}_3$ ) que actúan como agentes oxidantes menos activos y más lentos en su acción.

- **Sulfatos**

Estos se encuentran en el agua natural en un amplio rango de concentraciones. Las aguas provenientes de minas o efluentes industriales frecuentemente contienen altas concentraciones de sulfato debido a la oxidación de la pirita y el uso del ácido sulfúrico. La presencia en exceso de sulfatos en el agua de suministro público obra como purgante, es decir, tiene efectos laxantes. Se tienen efectos corrosivos en los materiales que regularmente se usan en la fabricación de tuberías y piezas de equipo.

- **Dureza**

La dureza es una característica química del agua que está determinada por el contenido de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos y ocasionalmente nitratos de calcio y magnesio.

La dureza es caracterizada comúnmente por el contenido de calcio y magnesio y expresada como carbonato de calcio equivalente.

El agua denominada comúnmente como “dura” tiene una elevada concentración de dichas sales y el agua “blanda” las contiene en muy poca cantidad.

Un efecto muy visible en aguas de distinta dureza (un agua “dura y un agua “blanda”) es su diferente comportamiento ante la adición de jabón. En presencia de la misma cantidad de jabón, la aparición de espuma es mucho menor si se trata del agua “dura”, ya que el calcio y el magnesio reaccionan con los compuestos que forman el jabón y dejan de ser efectivos, con la consiguiente necesidad de añadir más cantidad de jabón si nos encontramos en este extremo.

- **Nitratos**

Generalmente es baja su concentración en el agua subterránea. Es de la comida, más que del agua, de donde los adultos obtienen la mayor parte de nitrato. El agua que se bebe contribuye solamente con una muy baja cantidad del total de nitrato que el organismo recibe.

Aunque son bajos los niveles de nitrato que naturalmente ocurren en el agua, algunas veces se encuentran niveles altos que son muy peligrosos para infantes, que es una norma nacional obligatoria de 50 mg/L para los abastecimientos públicos como límite máximo permisible.

Este análisis del nitrógeno en las formas de albuminoideo, amoniacó, nitritos y nitratos, se ha efectuado en aguas potables y polucionadas desde que se tiene conocimiento que el agua era un vehículo para la transmisión de enfermedades. La determinación del nitrógeno en sus diversas formas sirvió de base para juzgar la calidad del agua durante mucho tiempo. Es importante controlar su concentración dentro del agua ya que cuando está afuera de los límites existe la posibilidad de reducirse a nitrito.

- **Alcalinidad**

La alcalinidad significa la capacidad tampón del agua; la capacidad del agua de neutralizar. Evitar que los niveles de pH del agua lleguen a ser demasiado básico o ácido. Es también añadir carbón al agua. La alcalinidad estabiliza el agua en los niveles del pH alrededor de 7. Sin embargo, cuando la acidez es alta en el agua la alcalinidad disminuye, puede causar condiciones dañinas para la vida acuática. En química del agua la alcalinidad se expresa en ppm o en mg/L de carbonato equivalente del calcio. La alcalinidad total del agua es la suma de las dos clases de alcalinidad; alcalinidad del carbonato, del bicarbonato y del hidróxido.

La determinación de la alcalinidad no tiene importancia directa desde el punto de vista sanitario, pero es importante considerarla cuando se relaciona al proceso de coagulación y corrección del poder corrosivo del agua. Aguas con alta

alcalinidad son usualmente de mal sabor, por lo que son rechazadas para el consumo humano.

- **Metales**

Los organismos vivos requieren para su adecuado crecimiento elementos como el hierro, cromo, cobre, cobalto, etc. en cantidades diferentes (cantidades micro y macro). Aunque las cantidades micro y macro de metales son esenciales para un normal desarrollo de la vida biológica, estos elementos pueden llegar a ser tóxicos cuando se presenta en cantidades elevadas.

### **C. Análisis bacteriológico**

El agua debe estar exenta de gérmenes patógenos de origen entérico y parasitario intestinal, que son los que pueden transmitir enfermedades. Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos son el riesgo para la salud común y difundida que lleva consigo el agua bebida. El agua tratada o sin tratar que circula por un sistema de distribución no debe contener ningún microorganismo que pueda ser de origen fecal.

- **Exámenes microbiológicos**

El agua que circula por un sistema de distribución debe de ser previamente tratada para que no contenga ningún microorganismo que pueda ser de origen fecal. Las enfermedades infecciosas causadas por bacterias, virus o protozoarios patógenos o por parásitos son el riesgo para

la salud más común y difundida que lleve consigo el agua que usualmente bebemos.

El objetivo primordial de los exámenes que se suelen practicar al agua es determinar si contiene organismos patógenos; pero existen ciertas razones por las cuales son detectados. Lo más probable es que los gérmenes patógenos lleguen al agua esporádicamente y no sobrevive en ella durante largo tiempo; por ende, pueden no encontrarse en la muestra enviada al laboratorio. Si existen en muy pequeño número es fácil que escapen a las técnicas de investigación.

Los principales microorganismos indicadores de contaminación fecal son: Escherichia Coli, las bacterias termorresistentes y otras bacterias coliformes, los estreptococos fecales y las esporas de clostridia reductoras de sulfito.

La presencia de Escherichia Coli debe considerarse como indicio seguro de contaminación fecal reciente y, por tanto, peligrosa que exige la aplicación de medidas urgentes.

## **2.3. Definición de Términos Básicos**

### **2.3.1. Agua residual**

Para la Autoridad Nacional del Agua, se define al agua residual como aquella cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas.

### **2.3.2. Agua tratada**

Para la dirección General de Salud ambiental, el agua tratada es toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

### **2.3.3. Estándar de calidad ambiental (ECA)**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es la medida de la concentración o de grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, en el aire, agua o suelo en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.

### **2.3.4. Cadena de custodia**

Para la Autoridad Nacional del Agua, según el Protocolo Nacional de monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales (2016), es un documento fundamental en el monitoreo de la calidad del agua que permite garantizar las condiciones de identidad, registro, seguimiento y control de los resultados del análisis del laboratorio.

### **2.3.5. Calidad de agua**

Para la Autoridad Nacional del Agua, según el Protocolo Nacional de monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales (2016), es el estudio que permite conocer la calidad natural y actual del agua, determinar la capacidad de dilución de contaminantes y clasificar los cuerpos naturales del agua. Esta clasificación permitirá identificar las aguas de calidad aptas para usos prioritarios y para la protección o conservación.

### **2.3.6. Cuerpo receptor**

Aquellas aguas del país, marítimas, terrestres y atmosféricas del territorio y espacio nacional, que reciben los residuos líquidos o vertimientos de cierta actividad productiva (Dirección General de Salud Ambiental).

### **2.3.7. Vertimiento**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es la descarga de cualquier cantidad de material o sustancia ofensiva a la salud pública.

### **2.3.8. Caudal**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es la cantidad de agua que pasa por una sección determinada en una unidad de tiempo.

### **2.3.9. Monitoreo de calidad de agua**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad del agua, con el objetivo de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

### **2.3.10. Muestra de agua**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es una herramienta del monitoreo. Su función básica es la extracción de una parte del cuerpo de agua para determinar sus características y condiciones actuales.

### **2.3.11. Preservante químico**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es una solución química que inhibe y/o estabiliza la muestra para conservar la muestra de agua hasta el momento del análisis.

#### **2.3.12. Protocolo**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es un documento guía que contiene pautas, instrucciones, directivas y procedimientos establecidos para desarrollar una actividad específica.

#### **2.3.13. Punto de monitoreo**

Según la Autoridad Nacional del Agua, es la ubicación geográfica de un punto, donde se realiza la evaluación de la calidad y cantidad en un cuerpo natural de agua en forma periódica, en el marco de las actividades de vigilancia.

#### **2.3.14. Punto de control**

Según la Autoridad Nacional del Agua, representa aquel lugar previamente establecido en un cuerpo de agua para llevar a cabo la evaluación de su calidad y cantidad, como parte de las actividades de fiscalización de vertimientos autorizados y/o Reusos.

#### **2.3.15. Río**

Según la Autoridad Nacional del Agua, corriente natural de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desemboca en el mar, en un lago o en otro río.

#### **2.3.16. Agua superficial**

Son todas las aguas que fluyen sobre la superficie de la tierra formando cursos o corrientes. Proviene directamente de la

escorrentía superficial o se la escorrentía que fluye o circula por el subsuelo. En el primer caso son los ríos, quebradas y lagunas. En el segundo caso, los manantiales. La escorrentía superficial es el fenómeno más importante desde el punto más importante de ingeniería; se expresa en mm.

## **2.4. Formulación de la Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Los parámetros de las concentraciones de elemento Físico – Química y Microbiológica de Agua Para Consumo Humano están elevados en el manantial de Cantarizu y el abra, Provincia de Oxapampa – Región Pasco.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Las concentraciones físico – química y microbiológica del agua para consumo humano del manantial de Cantarizu y el abra.
- Las características del agua para consumo del Manantial las hacen no potable depara el anexo Cantarizu y el abra.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Parámetros de concentración metálica, físico químicos y microbiológico

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Caracterización del Agua

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla N° 02

### Definición operacional de variables e indicadores

Variable	Definición operacional	Indicadores
Caracterización del agua	Análisis de la calidad del agua	Límite Máximo permisible(LMP)
Parámetros de concentración metálica, físico químicos y microbiológico	Elementos metálicos	mg/L
	Elementos fisicoquímico	Und. pH, $\mu$ S/cm, mg/L, %.
	Elementos microbiológico	NMP/dL

Fuente: Elaboración Propia

## **CAPITULO III**

### **MÉTODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación de acuerdo al fin que persigue es básico; también de acuerdo al diseño de investigación será descriptiva y explicativa.

#### **3.2. Método de investigación**

Para el presente trabajo de investigación se realizó coordinaciones, participación y colaboración de la consultora SICRA INGENIEROS SAC se encuentra inscrita en el Registro de Empresas Consultoras del SENACE autorizados para realizar estudios ambientales, con el Registro de Consultores Ambientales N° 00043 – 2019 – SENACE.

Se deberán tener en cuenta los valores límites de la calidad de agua según su uso, sustancias potencialmente peligrosas y bacteriológicos, dados por la institución correspondiente y también tomar en cuenta los

monitoreos que se realizan a través de los programas de Vigilancia y Control Sanitario para el Abastecimiento de Agua para el Consumo Humano del Ministerio de Salud a través de su Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA).

El proceso metodológico, se basa en tres etapas:

### **3.2.1. Etapa preliminar de gabinete:**

Esta etapa se refiere al inicio de actividades. En la fase preliminar de Gabinete se realizó las coordinaciones con el personal asignado por la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA, el personal asignado por SICRA INGENIEROS y el Laboratorio Acreditado para la ejecución del Monitoreo de Calidad de Agua.

Adicionalmente, en esta etapa se hizo referencia a la:

- Calibración de instrumentos y equipos de muestreo.
- Preparación de reactivos químicos por parte del Laboratorio Acreditado ante INACAL.
- Elaboración de fichas técnicas, preparación de materiales, equipos e instrumentos para la fase de campo, entre otras actividades.

### **3.2.2. Etapa de Campo:**

Etapa de reconocimiento del área a trabajar, donde quedaron establecidos los puntos de captación; trabajo que se realizó en coordinación con el personal del Área Técnica Municipal asignado por la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA.

Toma de muestras y mediciones de campo.

- El trabajo en campo para el muestreo de Calidad de Agua Superficial, se realizó los días 18 y 19 de mayo del 2019.
- El monitoreo se desarrolló de la siguiente manera:

### **Muestreo y Medición de la Calidad del Agua**

El monitoreo y análisis siguió los lineamientos del “Protocolo se estandariza los procedimientos técnicos, equipos y materiales que se deben utilizar y criterios que se deben aplicar para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción por parte del laboratorio de las muestras de agua para consumo humano” (R.D. 160-2015/DIGESA/SA). Este documento proporciona pautas para la preservación de muestras, procedimientos y recomendaciones sobre los materiales y recipientes para el muestreo de los parámetros que requieren analizar.

La selección de parámetros se realizó en referencia al Anexo 18 de la “Guía para el cumplimiento de la Meta 5 del Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal del año 2019”, del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

La toma de muestras de los parámetros se realizó directamente en los puntos de captación de agua, las cuales fueron preservadas y refrigeradas según lo establecido por el protocolo para que sean analizadas en el laboratorio.

**Tabla N° 03**  
**Parámetros medidos en campo**

Parámetro	Unidad	MÉTODO DE ENSAYO
Cloro residual/libre	Cl <sub>2</sub> mg/L	SAG-150502 Rev. 01 (Validado). Referenciado en SMEWWAPHAAWWA-WEF 4500-Cl G. 2018. Determinación de Cloro Libre (Cloro Residual)
Conductividad Eléctrica (C.E.)	uS/cm	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
pH	Unid. pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.

Fuente: SAG - Informes de Ensayo

### 3.2.3. Etapa de Análisis de Muestras en Laboratorio

En esta fase, se analizaron las muestras de los parámetros de la Calidad de Agua, según el método correspondiente por el Laboratorio Acreditado “Servicios Analíticos Generales” S.A.C (en adelante SAG).

En las siguientes tablas se describen los parámetros, unidad de medida y el método utilizado para los análisis de muestra en laboratorio.

**Tabla N° 04**  
**Parámetros fisicoquímicos**

Parámetro	Unidad	MÉTODO DE ENSAYO
Color (Color verdadero)	CV	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 23rd Ed. 2017. Color. Spectrophotometric-Single-Wavelength Method (Proposed).
Turbiedad	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method.
Sólidos disueltos totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Cloruros	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl <sup>-</sup> B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Sulfatos	SO <sup>4+</sup> mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 SO 2-E. 23 <sup>rd</sup> Ed. 2017.4 Sulfate. Turbidimetric Method.

Dureza (Dureza total)	CaCO <sub>3</sub>	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 23rd Ed. 2017. Hardness. EDTA Titrimetric Method.
Cianuro Total	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CN <sup>-</sup> C,E, 23 <sup>rd</sup> Ed. 2017. Cyanide. Total Cyanide after Distillation. Colorimetric Method.
Fluoruros (F-)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-F B, D, 23rd Ed. 2017. Fluoride. Preliminary Distillation Step. SPADNS Method.
Nitratos	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O3 - B, 23rd Ed. 2017. Nitrogen (Nitrate). Ultraviolet Spectrophotometric Screening Method.
Nitritos	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO2-B. Nitrogen (Nitrite). Colorimetric Method.

Fuente: SAG - Informes de Ensayo

**Tabla N° 05**  
**Metales pesados**

Parámetro	Unidad	MÉTODO DE ENSAYO
Metales Totales	Plata	mg/L
	Aluminio	mg/L
	Arsénico	mg/L
	Bario	mg/L
	Berilo	mg/L
	Cadmio	mg/L
	Cobalto	mg/L
	Cromo	mg/L
	Cobre	mg/L
	Mercurio	mg/L
	Manganeso	mg/L
	Molibdeno	mg/L
	Níquel	mg/L
	Plomo	mg/L
	Antimonio	mg/L
	Selenio	mg/L
	Talio	mg/L
	Torio	mg/L
	Uranio	mg/L
	Vanadio	mg/L
Zinc	mg/L	
Litio	mg/L	EPA Method 200.8 Revision 5.4 (1994). Determination of trace elements in waters and wastes by Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry.
Bismuto	mg/L	
Boro	mg/L	
Sodio	mg/L	
Magnesio	mg/L	
Silicio	mg/L	

Sílice	mg/L	Plasma Mass Spectrometry.
Silicato	mg/L	
Fosforo	mg/L	
Potasio	mg/L	
Calcio	mg/L	
Titanio	mg/L	
Hierro	mg/L	
Galio	mg/L	
Germanio	mg/L	
Rubidio	mg/L	
Estroncio	mg/L	
Zirconio	mg/L	
Niobio	mg/L	
Indio	mg/L	
Estaño	mg/L	
Cesio	mg/L	
Lantano	mg/L	
Cerio	mg/L	
Terbio	mg/L	
Lutecio	mg/L	
Tantalio	mg/L	
Wolframio	mg/L	

Fuente: SAG - Informes de Ensayo

**Tabla N° 06**  
**Parámetros microbiológicos**

Parámetro	Unidad	MÉTODO DE ENSAYO
Numeración Coliformes Totales	NMP/100MI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.
Numeración Coliformes Fecales	NMP/100MI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.
Numeración Escherichia coli	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 G (ítem 2), 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation. Technique for Members of the Coliform Group. Other Escherichia coli Procedures (PROPOSED).

Fuente: Laboratorio SAG - Informes de Ensayo

**Tabla N° 07**  
**Parámetros parasitológicos**

Parámetro	Unidad	MÉTODO DE ENSAYO
Formas parasitarias en aguas	N° Organismo/L	SAG-160930 Referenciado en el método identificación y cuantificación de enteroparasitos en aguas residuales. CEPIS 1993 (Validado). Identificación y/o Cuantificación de Formas Parasitarias en Aguas (cuantitativo y cualitativo).

Fuente: Laboratorio SAG – Informes de Ensayo

**Tabla N° 08**  
**Parámetro hidrobiológico**

Parámetro	Unidad	MÉTODO DE ENSAYO
Organismos de vida libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos)	Organismo/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton.

Fuente: Laboratorio SAG - Informes de Ensayo

### 3.2.4. Etapa Final de Gabinete

En cuanto a la Etapa Final de Gabinete, esta se relaciona con la elaboración final del informe de Evaluación de la Calidad de Agua. Este informe incluye el procesamiento de la información generada en las etapas anteriores. Comprende la interpretación de los resultados emitidos por el laboratorio con las normas ambientales peruanas vigentes; así como la elaboración del plano de ubicación de los puntos de monitoreo, cuadros y figuras.

### 3.3. Diseño de investigación

El estudio utilizó un diseño no experimental, descriptivo correlacional, por lo siguiente:

- Es no experimental porque estudió una situación dada sin manipular las variables de modo que no se alteraron los comportamientos.

- Es descriptivo correlacional, porque luego de describir las variables en estudio y habiendo recolectado los datos, la evaluación y el análisis estuvieron dirigidos a determinar el grado de calidad para el consumo de agua potable para la población beneficiada.

### **3.4. Población y Muestra**

#### **3.4.1. Población (N)**

Agua del manantial de Cantarizu y el Abra

#### **3.4.2. Muestra (n)**

Punto de Monitoreo

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

Para la recolección de datos se desarrolló el monitoreo de la calidad de agua para consumo humano el cual se enmarca en la categoría 1: Poblacional y recreacional, en la Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable, A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional la cual que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano mediante dos o más procesos, de conformidad con la normativa vigente.

En la recolección de muestras para el análisis respectivo se debe considerar la logística mínima necesaria, planificación, ejecución y aseguramiento de la calidad del muestreo.

- Recursos humanos. - Los monitoreos de la calidad de los recursos hídricos superficiales deberá ser realizado por un equipo de personas con conocimiento sobre la toma de muestras, preservación, transporte y todos los puntos tomados.

- Recursos económicos. - Se debe tener con un presupuesto económico para los siguientes aspectos: Traslado del equipo de trabajo, viáticos por cada recurso humano.
- Planificación del monitoreo.- Se realiza en gabinete con la finalidad de diseñar el trabajo de monitoreo que incluye el establecimiento del ámbito de evaluación, puntos de monitoreo, lugares de acceso, verificación y ubicación de la zona de muestreo y los puntos de monitoreo mediante el empleo de herramientas informáticas, los parámetros a evaluar en cada punto de monitoreo, los equipos, materiales, reactivos, formatos de campo, logística a utilizar para el traslado del equipo trabajo y para el análisis de las muestras.

### **3.5.1. Materiales**

- **Materiales Cartográficos**

La información cartográfica que se ha utilizado es la Carta Nacional de Pasco (cuadrángulo 20 m), a escala 1:100 000 elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) del año 1983 y Shape files para la elaboración de los mapas brindados por del Ministerio del Ambiente y Autoridad Nacional del Agua. También se utilizó el Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de cuerpos naturales de Agua Superficial.

### **3.5.2. Equipos**

Para el procesamiento de la información y redacción de la tesis se ha utilizado una computadora portátil Core I5 marca HP para campo para ingresar las coordenadas y ubicación de los puntos,

una Impresora Epson Multifuncional C 380 y millares de papel para la impresión del documento, útiles de escritorio como lapiceros, lápices, resaltadores; para la elaboración de los mapas se hizo uso del programa Arcgis versión 9.3; una cámara fotográfica Canon de 12 mega pixeles, modelo: POWERSHOT con serie: 642060027582 para la captura de fotografías del área de estudio; un GPS marca GARMIN, Modelo: ETREX 10 con serie: 2DR516240 para la verificación de las estaciones de monitoreo y un multiparametro marca: WTW, modelo: MULTI 3430 con serie: 12490992 para medición de temperatura, pH y oxígeno disuelto.

### **3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de los datos**

Se procedió a la siguiente secuencia para el análisis de datos:

#### **Tipos de muestra**

Con respecto a los tipos de muestra, APHA-AWWA-WPCF (1992) considera los siguientes tipos:

#### **a) Muestras de sondeo**

Estrictamente hablando, una muestra recogida en un lugar y un momento determinado solo puede representar la composición de la fuente en ese momento y lugar.

#### **b) Muestras compuestas**

En la mayoría de los casos, la expresión “muestras compuestas” se refiere a una mezcla de muestras sencillas recogidas en el mismo punto en distintos momentos.

#### **c) Muestras integradas**

En algunos casos, la información necesaria se obtiene mejor analizando mezclas de muestras individuales, recogidas en distintos puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal que sea posible.

En lo que respecta a la toma de muestras, APHA-AWWA-WPCF (1992) indica que es esencial asegurar la integridad de la muestra desde su toma hasta la emisión del informe. Ello implica hacer una relación del proceso de posesión y manipulación de la muestra desde el momento en que fue tomada hasta el de su análisis y eliminación final. Este proceso se denomina cadena de vigilancia, y es importante en el caso de los resultados deban presentarse en un litigio. Si no es éste el caso, el procedimiento de cadena de vigilancia resulta útil como control rutinario de la trayectoria de la muestra. Además, considera los siguientes procedimientos:

— **Etiquetado de la muestra**

Utilícense etiquetas para evitar falsas identificaciones de la muestra.

Suelen resultar adecuadas las etiquetas adhesivas o las chapas.

En ella debe constar al menos la siguiente información: número de la muestra, nombre del que ha hecho la toma, fecha y momento de la toma y lugar de la misma.

— **Sellado de la muestra**

Se utilizarán sellos para detectar cualquier falsificación de la muestra que pueda hacerse antes del análisis. Se recurrirán para ellos sellos adhesivos de papel en el conste por lo menos la siguiente información: número de la muestra, nombre del que ha hecho la toma y fecha y momento de la misma.

— **Libro de registro de campo**

Toda la información pertinente a un estudio de campo o toma de muestras se registrará en un libro en el que al menos constara lo siguiente: objeto de la toma, localización del punto donde se ha hecho, nombre y dirección del contacto de campo, productor del material del que ha hecho la toma.

— **Registro de la cadena de vigilancia**

Es preciso rellenar el registro de la cadena de vigilancia que acompaña a cada nuestra o grupo de muestras. Este registro debe contar con la siguiente información: número de la muestra, firma del que ha hecho la toma, fecha, momento y lugar de la toma, tipo de muestra, firma de las personas que han participado en la cadena de posesión y fechas de las distintas posesiones

— **Hoja de petición de análisis de la muestra**

La muestra ira a laboratorio acompañada por una hoja de petición de análisis. La persona que hace la toma deberá complementar el apartado del impreso referido al trabajo de campo, en el que se incluye gran parte de la información pertinente anotada en el libro de registro (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

— **Envío de las muestras al laboratorio**

La muestra se enviará al laboratorio lo antes posible e ira acompañada del registro de la cadena de vigilancia y de la hoja de petición de análisis (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

— **Recepción y almacenamiento de la muestra**

En el laboratorio, la persona encargada recibe la muestra e inspecciona su estado y sello, comprueba la información de la etiqueta y la del sello comparándolas con la del registro de la cadena de vigilancia, le asigna el número de laboratorio, la registra en el libro de entrada al laboratorio y la guarda en una habitación o cabina de almacenamiento hasta que se asigna a un analista (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

— **Asignación de la muestra para ser analizada**

En general el supervisor del laboratorio es el que asigna la muestra para que sea analizada. Una vez en el laboratorio, el supervisor o el analista son los responsables del cuidado y la vigilancia de la muestra.

Para la toma de muestras, APHA-AWWA-WPCF (1992) considera:

— **Toma manual**

En la toma manual se supone que no se utiliza equipo alguno, pero este procedimiento puede resultar demasiado costoso en tiempo y dinero para programas de la toma rutinaria de muestras a gran escala (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

— **Toma automática**

Mediante la toma automática se pueden eliminar los errores humanos en la manipulación, se reducen los costes laborales y se proporciona la posibilidad de hacer tomas con mayor frecuencia, por lo que su uso está cada vez más extendido (APHA-AWWA-WPCF, 1992).

Con respecto al envase de las muestras APHA-AWWA-WPCF (1992) considera que el tipo de envase a utilizar tiene una importancia capital. En general los envases están hechos de plástico o vidrio, y según los casos puede resultar preferible uno u otro de estos materiales.

Un factor determinante en la frecuencia de muestreo, lo constituye la variabilidad de la composición físico-químico de las aguas, la cual a su vez está condicionada por factores geológicos, hidrológicos, biológicos, humanos, etc. Si la variabilidad es significativa durante el año, el muestreo debe ser más frecuente e incluso se puede requerir un registro continuo para poder describir adecuadamente los parámetros de estudio. Si por el contrario la variabilidad es pequeña o poco significativa, la frecuencia se puede establecer en forma estacional o limitarse la misma a comprobaciones periódicas.

- **Interpretación de datos.** - Una vez ordenados los datos se pasa a interpretarlos de acuerdo con la realidad del estudio.

### **3.7. Tratamiento estadístico**

Luego de la recolección de datos se procedió al tratamiento estadístico con el software de Microsoft Excel, describiendo los parámetros medidos en las elaboraciones de cuadros y resultados comparados con los Límites Máximos Permisibles de Agua.

### **3.8. Selección, validación y confiabilidad de los instrumentos de investigación**

La selección respectiva de los instrumentos fue a través de profesionales de la MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA, con la cual su

validación y confiabilidad parte de las guías establecidos para la toma de muestras y como ultima selección es el análisis de las muestras realizado por el Laboratorio Acreditado “Servicios Analíticos Generales” S.A.C, que realizo el seguimiento respectivo para la obtención de los resultados.

### **3.9. Orientación ética**

Estuvo basado en el cumplimiento de la ECA Agua: Subcategoría A1 de los parámetros establecidos para el desarrollo de forma responsable y la ética de la preservación del recurso hídrico.

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1. Área de Influencia**

Se toma en consideración que el área de influencia directa obedece al área donde se desarrolla y ejecuta el Proyecto cuyas actividades podrían afectar al componente ambiental y social de manera poco significativa.

##### **A. Descripción del medio físico**

###### **— Meteorología y clima**

En el anexo de Cantarizú de acuerdo al mapa de climas elaborado por la Zonificación Ecológica y Económica de la Provincia de Oxapampa, se encuentra ubicado en el área que abarca el clima B2 r B4' a'. El cual se caracteriza por ser Moderadamente húmedo y semicálido con déficit pequeño de agua en meses secos.

La temperatura promedio anual es alta, con un régimen de valores elevados en los meses de verano (de enero a marzo) y atenuadas en los meses de otoño y primavera (de abril a noviembre). Las precipitaciones son máximas de enero a marzo y mínimas de julio a agosto. Es decir, destacan dos periodos, bien diferenciados en el año: uno lluvioso estival (que llueve en el verano); y, otro invernal con precipitaciones escasas.

De los diversos tipos de clima que encontramos en la provincia de Oxapampa en el Anexo de Cantarizú lo ubicamos en el clima que se describen a continuación:

1. Clima templado subhúmedo: (estepa y valles interandinos bajos). Temperatura promedio es 20°C, con lluvias estacionales. Este clima se presenta en la zona andina y fundamentalmente se da en los valles interandinos ubicados entre los 1,000 y 3,000 msnm. (3,030 y 9,090 pies).
2. Selva Tropical Húmeda de temperatura cálida, con la sensación de muy húmedo; en la selva alta las temperaturas máximas durante todo el año superan los 30°C a excepción de los periodos o días con lluvias continuadas. Las temperaturas mínimas en esta región oscilan alrededor de los 18°C.

En la sierra las lluvias son frecuentes de diciembre a marzo, acompañadas con granizo, descargas eléctricas y

truenos y se producen generalmente después del mediodía. Los vientos se intensifican de mayo a setiembre. Estas lluvias son copiosas llegando a superar los 2000 l/m<sup>2</sup> al año incrementándose gradualmente desde agosto, a partir de abril se observa un descenso en todas las localidades de la selva debido al cambio de dirección de los vientos alisios sobre la amazonia.

La humedad relativa en esta zona es alta por las lluvias y por la evapotranspiración de la vegetación.

### **B. Temperatura**

La temperatura está sujeta a diferentes factores tales como: altitud, latitud, topográficos, estacionales, entre otros. Cantarizú presenta una temperatura anual aprox. de 20.6 °C, la que varía conforme a los diversos pisos ecológicos y microclimas que presenta la geografía local.

### **C. Precipitación**

Las lluvias están presentes todo el año, sobre todo en la temporada húmeda. La precipitación promedio anual registrada en los últimos 4 años alcanza los 1411.0 mm anuales.

#### **4.1.2. Recursos hídricos y calidad del agua**

La fuente de abastecimiento de agua son el Manantial de Cantarizú y el Abra, esta fuente presenta un caudal moderado. Según la evaluación efectuada en campo mediante inspección visual, con respecto a la calidad de estos cuerpos de agua

superficial, presentan características físicas (turbidez, color, olor, sabor y temperatura) aceptables y en buenas condiciones, sin embargo, esto no garantiza una buena calidad de la fuente ya que se puede ver afectado o alterado por los procesos naturales de descomposición y por el excesivo uso de productos fitosanitarios para el control de plagas de los diferentes cultivos.

#### **A. Reconocimiento y descarte de fuentes**

Durante el proceso de recopilación de información se realizó el reconocimiento de las diferentes fuentes de agua que se encontraban en el ámbito de la comunidad. Luego de realizar el reconocimiento de las fuentes con el aporte de la población se decidió tomar las siguientes fuentes como las más idóneas.

**Tabla N° 09**  
**Ubicación de los puntos de monitoreo de calidad de agua**

Código	Nombre de la Captación	Cordenadas UTM		Altitud (m.s.n.m)	Zona
		ESTE	NORTE		
P – 05	Manantial Cantarizú	456653	8823629	2148	18 L
P – 06	El Abra	459894	8823287	2050	18 L

Fuente: Elaboración Propia

#### **B. Análisis de la fuente adoptada**

Dicha fuente brinda un buen aporte de agua, su ubicación es adecuada. El procedimiento de aforo se realizó en la caja de reunión existente por lo que al contar con tuberías de reunión se procedió a realizar la medición directa. Posteriormente se procedió a medir el tiempo de llenado del recipiente y se realizó 5 mediciones según lo indicado en la guía, esperando

3 minutos luego de cada medición. Finalmente se descartó el máximo y mínimo valor y con el promedio de los restantes se calculó el caudal.

### C. Descripción de la captación

A continuación, se describe el número de familias atendidas, tipo de tratamiento y comunidad abastecida por cada captación.

**Tabla N° 10**  
**Descripción de las captaciones**

<b>Nombre de la Captación</b>	<b>N° de Familias</b>	<b>Sistema de tratamiento</b>	<b>Comunidad Abastecida</b>
Manantial Cantarizú	60	Gravedad sin tratamiento	Cantarizú
El Abra	26	Gravedad con tratamiento (filtro lento)	Cantarizú

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.3. Calidad del agua

Se realizó la toma del Bacteriológico. Dos muestras para el Análisis Físico- químico y el Análisis Microbiológico.

La muestra tomada para el Análisis Bacteriológico se depositó en un recipiente estéril de 1 litro de capacidad y fue llevada inmediatamente al laboratorio para que se realice el Análisis Físico – químico y el Análisis de la muestra.

Se realizó un monitorio de la calidad de agua, las muestras tomadas se llevaron al laboratorio más cercano del sector para evitar que transcurra mucho tiempo para los análisis, porque de lo contrario se correría el riesgo de alterar los resultados.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1. Captación “Manantial Cantarizú”

Las siguientes tablas presentan los resultados obtenidos para los parámetros medidos en campo durante el monitoreo el día 19 de mayo del 2019, y parámetros analizados en el laboratorio acreditado por INACAL para la Captación “Manantial Cantarizú”.

**Tabla N° 11**  
**Resultados de parámetros medidos en campo**

Parámetro	Resultado	ECA Agua SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Cloro residual/libre	<0.1 Cl <sub>2</sub> mg/L	**	**
Conductividad Eléctrica (C.E.)	245 uS/cm	1500 uS/cm	SI
pH	7.92 unid. de pH	6.5 a 8.5	SI

Fuente: Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 132940-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

(\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 12**  
**Resultados de parámetros fisicoquímicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Color	<5 CV	15 CV	SI
Turbiedad	1 NTU	15 NTU	SI
Sólidos disueltos totales	166 mg/L	1 000 mg/L	SI
Cloruros	<2.15 mg/L	250 mg/L	SI
Sulfatos	3.62 mg/L	250 mg/L	SI
Dureza (Dureza total)	116.2 mg/L	500 mg/l	SI
Cianuro Total	<0.005 mg/L	0.07 mg/L	SI
Fluoruros (F-)	0.18 mg/L	1.5 mg/L	SI
Nitratos	0.345 mg/L	50 mg/L	SI
Nitritos	<0.003 mg/L	3 mg/L	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N° 13**  
**Resultados de Metales pesados**

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1</b>	<b>Cumplimiento</b>
Aluminio	<0.004 mg/L	0.9 mg/L	SI
Antimonio	<0.0001 mg/L	0.02 mg/L	SI
Arsénico	0.00013 mg/L	0.01 mg/L	SI
Bario	0.019 mg/L	0.7 mg/L	SI
Berilo	<0.00001 mg/L	0.012 mg/L	SI
Bismuto	0.000153 mg/L	**	**
Boro	0.0011 mg/L	2.4 mg/L	SI
Cadmio	<0.00003 mg/L	0.003 mg/L	SI
Calcio	30.86 mg/L	**	**
Cerio	0.000028 mg/L	**	**
Cesio	<0.00003 mg/L	**	**
Cobalto	<0.000005 mg/L	**	**
Cobre	0.0005 mg/L	2 mg/L	SI
Cromo	0.0003 mg/L	0.05 mg/L	SI
Estaño	<0.0006 mg/L	**	**
Estroncio	0.03946 mg/L	**	**
Fosforo	0.064 mg/L	**	**
Galio	<0.00003 mg/L	**	**
Germanio	<0.00002 mg/L	**	**
Hierro	<0.00006 mg/L	**	**
Indio	<0.00003 mg/L	**	**
Lantano	0.000031 mg/L	**	**
Litio	<0.00004 mg/L	**	**
Lutecio	0.000012 mg/L	**	**
Magnesio	3.847 mg/L	**	**
Manganeso	<0.000008 mg/L	0.4 mg/L	SI
Mercurio	<0.00002 mg/L	0.001 mg/L	SI
Molibdeno	0.00047 mg/L	0.07 mg/L	SI
Niobio	<0.00002 mg/L	**	**
Níquel	<0.00003 mg/L	0.07 mg/L	SI
Plata	0.00006 mg/L	**	**
Plomo	0.0001 mg/L	0.01 mg/L	SI
Potasio	0.646 mg/L	**	**

Rubidio	0.00074 mg/L	**	**
Selenio	<0.0002 mg/L	0.04 mg/L	SI
Silicato	12.63 mg/L	**	**
Sílice	9.972 mg/L	**	**
Silicio	4.66 mg/L	**	**
Sodio	0.874 mg/L	**	**
Talio	0.00034 mg/L	**	**
Tantalio	<0.00001 mg/L	**	**
Terbio	<0.00002 mg/L	**	**
Titanio	<0.00008 mg/L	**	**
Torio	0.000225 mg/L	**	**
Uranio	0.000142 mg/L	0.02 mg/L	SI
Vanadio	0.00031 mg/L	**	**
Wolframio	0.00014 mg/L	**	**
Zinc	0.00097 mg/L	3 mg/L	SI
Zirconio	0.00011 mg/L	**	**

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 14**  
**Resultados de parámetros microbiológicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Numeración Coliformes Totales	<1.1 NMP/100mL	50 NMP/100mL	SI
Numeración Coliformes Termotolerantes (o Fecales)	<1.1 NMP/100mL	20 NMP/100mL	SI
Numeración <i>Escherichia coli</i>	<1.1 NMP/100mL	0 NMP/100mL	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 15**  
**Parámetros parasitológicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Formas parasitarias en aguas	0 Organismo/L	0 Organismo/L	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N° 16**  
**Resultados de parámetro hidrobiológico**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Organismos de vida libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos)	10 Organismo/ L	0 Organismo/L	<b>SI</b>

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133160-019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

De los resultados presentados para la Captación “Cantarizú” se observa que los parámetros medidos en campo (pH y Conductividad Eléctrica), parámetros fisicoquímicos (Color, Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Cianuro Total, Fluoruros, Nitratos y Nitritos) y Metales Pesados; así como, los parámetros parasitológicos (Formas parasitarias en agua), parámetros microbiológicos (Coliformes Totales, Coliformes Fecales y *Escherichia coli*) SI CUMPLEN con los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1. Mientras que los parámetros hidrobiológicos (Organismos de Vida Libre) NO CUMPLEN, respecto a los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1.

#### **4.2.2. Captación “El Abra”**

Las siguientes tablas presentan los resultados obtenidos para los parámetros medidos en campo durante el monitoreo el día 19 de mayo del 2019, y parámetros analizados en el laboratorio acreditado por INACAL para la Captación “El Abra”.

**Tabla N° 17**  
**Resultados de parámetros medidos en campo**

Parámetro	Resultado	ECA Agua SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Cloro residual/libre	<0.1 Cl <sub>2</sub> mg/L	**	**
Conductividad Eléctrica (C.E.)	129.6 uS/cm	1500 uS/cm	SI
pH	8.24	6.5 a 8.5	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133161-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 18**  
**Resultados de parámetros fisicoquímicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Color	25.1 CV	15 CV	<b>NO</b>
Turbiedad	1.6 NTU	15 NTU	SI
Sólidos disueltos totales	115 mg/L	1 000 mg/L	SI
Cloruros	<2.15 mg/L	250 mg/L	SI
Sulfatos	<1.0 mg/L	250 mg/L	SI
Dureza (Dureza total)	65.55 mg/L	500 mg/l	SI
Cianuro Total	<0.005 mg/L	0.07 mg/L	SI
Fluoruros (F-)	0.17 mg/L	1.5 mg/L	SI
Nitratos	<0.030 mg/L	50 mg/L	SI
Nitritos	<0.003 mg/L	3 mg/L	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133161-2019 (\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N° 19**  
**Resultados de Metales pesados**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Aluminio	0.044 mg/L	0.9 mg/L	SI
Antimonio	<0.0001 mg/L	0.02 mg/L	SI
Arsénico	0.00007 mg/L	0.01 mg/L	SI
Bario	0.0252 mg/L	0.7 mg/L	SI
Berilo	<0.00001 mg/L	0.012 mg/L	SI
Bismuto	<0.000005 mg/L	**	**
Boro	0.0022 mg/L	2.4 mg/L	SI
Cadmio	<0.00003 mg/L	0.003 mg/L	SI
Calcio	17.179 mg/L	**	**
Cerio	0.000056 mg/L	**	**
Cesio	<0.00003 mg/L	**	**
Cobalto	<0.000005 mg/L	**	**
Cobre	0.0003 mg/L	2 mg/L	SI
Cromo	<0.0002 mg/L	0.05 mg/L	SI

Estaño	<0.0006 mg/L	**	**
Estroncio	0.06913 mg/L	**	**
Fosforo	0.021 mg/L	**	**
Galio	<0.00003mg/L	**	**
Germanio	<0.00002mg/L	**	**
Hierro	0.03681 mg/L	**	**
Indio	<0.00003mg/L	**	**
Lantano	0.000044 mg/L	**	**
Litio	0.00039 mg/L	**	**
Lutecio	<0.000001 mg/L	**	**
Magnesio	1.473 mg/L	**	**
Manganeso	0.003158 mg/L	0.4 mg/L	**
Mercurio	<0.00002mg/L	0.001 mg/L	SI
Molibdeno	0.00009 mg/L	0.07 mg/L	SI
Niobio	<0.00002mg/L	**	**
Níquel	<0.00003mg/L	0.07 mg/L	SI
Plata	0.00004 mg/L	**	**
Plomo	<0.0001 mg/L	0.01 mg/L	SI
Potasio	0.439 mg/L	**	**
Rubidio	0.0005 mg/L	**	**
Selenio	<0.0002 mg/L	0.04 mg/L	SI
Silicato	8.75 mg/L	**	**
Sílice	6.907 mg/L	**	**
Silicio	3.228 mg/L	**	**
Sodio	0.89 mg/L	**	**
Talio	<0.00002mg/L	**	**
Tantalio	<0.00001 mg/L	**	**
Terbio	<0.00002mg/L	**	**
Titanio	0.00061 mg/L	**	**
Torio	0.000014 mg/L	**	**
Uranio	<0.000002 mg/L	0.02 mg/L	SI
Vanadio	0.00026 mg/L	**	**
Wolframio	<0.00003mg/L	**	**
Zinc	0.00117 mg/L	3 mg/L	SI
Zirconio	0.00002 mg/L	**	**

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133161-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA Agua

**Tabla N° 20**  
**Resultados de parámetros microbiológicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Numeración Coliformes Totales	12 NMP/100mL	50 NMP/100mL	SI

Numeración Coliformes Termotolerantes (o Fecales)	3.6 NMP/100mL	20 NMP/100mL	SI
Numeración <i>Escherichia coli</i>	2.2 NMP/100mL	0 NMP/100mL	NO

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133161-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM. (\*\*) No aplica para los ECA

**Tabla N° 21**  
**Parámetros parasitológicos**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Formas parasitarias en aguas	0 Organismo/L	0 Organismo/L	SI

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133161-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

**Tabla N° 22**  
**Resultados de parámetro hidrobiológico**

Parámetro	Resultado	ECA Agua (*) SUBCATEGORÍA A1	Cumplimiento
Organismos de vida libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos)	15014 Organismo/L	0 Organismo/L	NO

Fuente: SAG - Informe de Ensayo N° 133161-2019

(\*) D.S. N° 004-2017-MINAM

De los resultados presentados para la Captación “El Abra” se observa que los parámetros medidos en campo (pH, Conductividad Eléctrica), parámetros fisicoquímicos (Turbiedad, Sólidos Disueltos Totales, Cloruros, Sulfatos, Dureza total, Cianuro Total, Fluoruros, Nitratos y Nitritos) y Metales Pesados; así como, los parámetros parasitológicos (Formas parasitarias en agua), parámetros microbiológicos (Coliformes Totales, Coliformes Fecales) SI CUMPLEN con los valores establecidos en

los ECA Agua: Subcategoría A1. Mientras que los parámetros Color, *Escherichia coli* y Organismos de Vida Libre NO CUMPLEN, respecto a los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1.

#### **4.3. Prueba de Hipótesis**

Para la investigación realizada se planteó la hipótesis general expresando lo siguiente: “Los parámetros de las concentraciones de elemento Físico – Química y Microbiológica de Agua Para Consumo Humano están elevados en el manantial de Cantarizu y el abra, Provincia de Oxapampa – Región”. Finalizada la investigación realizada se puede mencionar que la hipótesis es válida, ya que la muestra tomada del manantial de Cantarizu están elevado en Organismos de Vida Libre, por otra parte el manantial el Abra presenta elevado en Color, *Escherichia coli* y Organismos de Vida Libre.

#### **4.4. Discusión de resultados**

##### **4.4.1. Captación “Manantial Cantarizú”**

Los parámetros que no cumplen, “estos son elevados” Es el **Parámetro hidrobiológicos** “Organismos de Vida Libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos) con 10 Organismo/L”, de lo cual el permitido es de 0 Organismo/L con respecto a los valores establecidos en los ECA Agua: Subcategoría A1.

#### 4.4.2. Captación “El Abra”

Los parámetros que no cumplen, “estos son elevados”. Son:

1. El **Parámetro fisicoquímicos** (Color con 25.1 CV), de lo cual el permitido es de 15 CV.
2. El **Parámetro microbiológicos** (Numeración *Escherichia coli* con 2.2 NMP/100mL) de lo cual el permitido es de 0 NMP/100mL.
3. El **Parámetro hidrobiológicos** “Organismos de Vida Libre: Fitoplancton (Algas) + Zooplancton (protozoarios, copépodos, rotíferos y nematodos) con 15014 Organismo/L”, de lo cual el permitido es de 0 Organismo/L

Todos estos valores comparados con la ECA Agua: Subcategoría A1.

## CONCLUSIONES

1. Para la determinación de la calidad de agua, se consideró los parámetros que se desarrollan en un cuerpo natural de agua, establecidas en el D.S. 004 – 2017 – MINAM (Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua).
2. La calidad de agua para consumo humano en el anexo de Cantarizu del distrito de Oxapampa, en la captación del “ABRA” en la actualidad no garantiza el consumo de este líquido elemental, dado que en el color está por encima ECA Agua, también en los parámetros microbiológicos en la numeración escherichia coli sobrepasa los ECA Agua y los parámetros hidrobiológicos también está por encima del ECA Agua.
3. Según los resultados del análisis físico – químico y del análisis bacteriológico, se tiene que el agua de la fuente denominada **“MANANTIAL CANTARIZÚ”** se encuentra óptimas condiciones para ser agua potable dado que es de muy buena calidad.
4. También podemos concluir que por el tipo de agua y sus resultados se tiene que tratar de manera convencional para ser apta para consumo humano.
5. Se concluye que se tomó la decisión de que el tratamiento sea de modo convencional dado que es Categoría A – 1 que significa que el agua debe ser tratada por desinfección.

## RECOMENDACIONES

1. El trabajo de investigación, recomienda cuidar de sus aguas y a controlar posibles contaminaciones, sean ellas antrópicas o naturales; para beneficio de las poblaciones actuales y venideras.
2. Exhortamos, a consumir el agua, hervida o con previo tratamiento químico, como: Hipoclorito de Sodio, que elimina, por cierto, bacterias patógenas, además de clarificarlas; previniendo de esta manera, posibles enfermedades, que puedan adquirir, los niños, como: parasitosis, anemia, diarrea, palúdicas, etc.
3. Sugerimos realizar campañas de sensibilización a la población asentadas en las riberas de las captaciones del Anexo de Cantarizu, sobre todo, a los estudiantes de los diferentes niveles educativos, para que tomen conciencia del cuidado de los cuerpos de agua, minimizando con ello, los efectos de la contaminación ambiental, por acciones antrópicas.
4. Difundir los resultados de la presente investigación a los pobladores que viven en el Anexo de Cantarizu; de tal manera, que pongan mayor interés en defensa del medio ambiente.

## BIBLIOGRAFIA

1. Abad Ortiz, A. (2014). "Calidad Fisicoquímica Y Bacteriológica Del Agua De Cinco Manantiales Del Distrito De Jacas Chico Provincia De Yarowilca, Region Huanuco"
2. Anderson Marcelo Manrique (2005). "Concentración de Metales Pesados en la Flora del Lago Junín, 2005" C de P - PERU. 69 pp.
3. A..P.H.A., A.W.W.A. and W.P.C.F. (1992). Standard methods of examination of water and wastewater, 20th Edn., American Public Health Association, Washington DC., USA. 1213 pp.
4. Armas, C. (2002). CONCYTEC. Tecnología Ambiental. Primer Edición. Perú. 689 p.
5. Autoridad Nacional del Agua. (2011). Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad en cuerpos naturales de agua superficial.
6. Azzimonti Renzo, J.C. (2005). Bioestadística Aplicada a Bioquímica y Farmacia Arroi\_pss@ciudad.com.ar consultado febrero de 2011
7. Cava, T. Y Ramos, F. (2016) "Caracterización Físico – Química Y Microbiológica De Agua Para Consumo Humano De La Localidad Las Juntas Del Distrito Pacora – Lambayeque, Y Propuesta De Tratamiento
8. Calla, H. (2010). Calidad del agua en la cuenca del Río Rímac - Sector de San Mateo, afectado por las actividades mineras.
9. Caminati A. Y Caqui, R. (2013). "Análisis Y Diseño De Sistemas De Tratamiento De Agua Para Consumo Humano Y Su Distribución En La Universidad De Piura".

10. Carrea Castro, Wilmer A. (2011). Influencia del vertido del efluente líquido de la compañía minera Aurex S.A. en el ecosistema acuático del río San Juan.
11. Chamorro & Vegas. (2003). Guía para el muestreo de la calidad del agua, SENAMHI. Pág. 4.
12. Chiang, A. (1989). Niveles de los Metales Pesados en Organismos, Agua y Sedimentos Marinos Recolectados en la V Región de Chile. Memorias del Simposio Internacional sobre Recursos Vivos. Santiago. pp. 205 – 215.
13. Decreto Supremo 012-2009- MINAM. Creación de la Política Nacional del Ambiente.
14. Gudiel Paniagua, (1996), “Determinación De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano Y Uso Industrial De Las Fuentes De Agua Que Abastecen Al Municipio De Santa Catarina Pinula”
15. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2007. Censos Nacionales 2007: XI de Población y VI de Vivienda. Perfil Sociodemográfico del departamento de Pasco.
16. .METALF& EDDY 2002 Ingeniería de aguas residuales, Mc Graw-Hill, V.1, pp.97
17. Mónica Simanca, Beatriz Álvarez Y Roberth Paternina (2010) “Calidad Física, Química Y Bacteriológica Del Agua Envasada En El Municipio De Montería”

18. OMS. (2006). Guías para la calidad de agua potable. Ginebra-Suiza. 45p.  
Obtenido de Organización Mundial de la Salud (OMS). (2006). Guías para la calidad de agua potable. Ginebra-Suiza. 45p.
19. Orozco, C. (2004). Contaminación Ambiental: Una visión desde la química. Primera Edición. Thomson Editores. España. Pág. 655.
20. Padilla. T, García. N Y Pérez, W (2010) “Caracterización Físico-Química Y Bacteriológica, En Dos Épocas Del Año, De La Subcuenca Del Río Quiscab, Guatemala”
21. Quispe Salazar, S. (1997). Calidad del Agua de los Ríos: Aynamayo, Puntayacu, Chanchamayo y Perené, correspondientes a la provincia de Chanchamayo.
22. Ramos Maldonado, (2006), “Análisis De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano En El Area Urbana Del Puerto De San Jose, Departamento De Escuintla”.
23. Robles E; Ramírez E; Durán A; Martínez M; Y Gonzales M. (2013) “Calidad Bacteriológica Y Físicoquímica Del Agua Del Acuífero Tepalcingo – Axochiapan, Morelos México”
24. Santos Flores J. (1997). Evaluación del Agua del Río San Juan en el Estado de Nueva León, 1997. TM Z5991 FCF 1997. F5
25. Sierra, C. (2011). Calidad del Agua. Primera Edición. Colombia. 457 p.
26. SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 10200 C.1.2, F.2. a, c.1. / Part 10200G, 23rd Ed. 2017. Plankton. Concentration Techniques. Phytoplankton Counting Techniques / Plankton

27. SVS Ingenieros. Febrero (2010). Estudio de Impacto Ambiental del proyecto de Ampliación de operaciones a 18 000 TMD. Sociedad Minera El Brocal S.A.A.
28. Yupanqui Torres, (2006), "Análisis Físicoquímico De Fuentes De Aguas Termominerales Del Callejon De Huaylas"

# **ANEXOS**

**Anexo N° 01**  
**INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

La presente investigación se realizó con los instrumentos, lo cual es el equipo de medición físico químico del agua, el laboratorio para obtener resultado. De estos datos se procede a la comparación de los valores de forma puntual en las normativas ambientales del agua con orientación para el consumo humano. Permitiéndonos mencionar los valores de la normativa en los siguientes anexos.

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

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helminetos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
Virus	UFC / mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

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

**Fuente:** Reglamento de calidad para consumo humano

**Anexo N° 02**  
**LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS DE CALIDAD**  
**ORGANOLÉPTICA**

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

Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

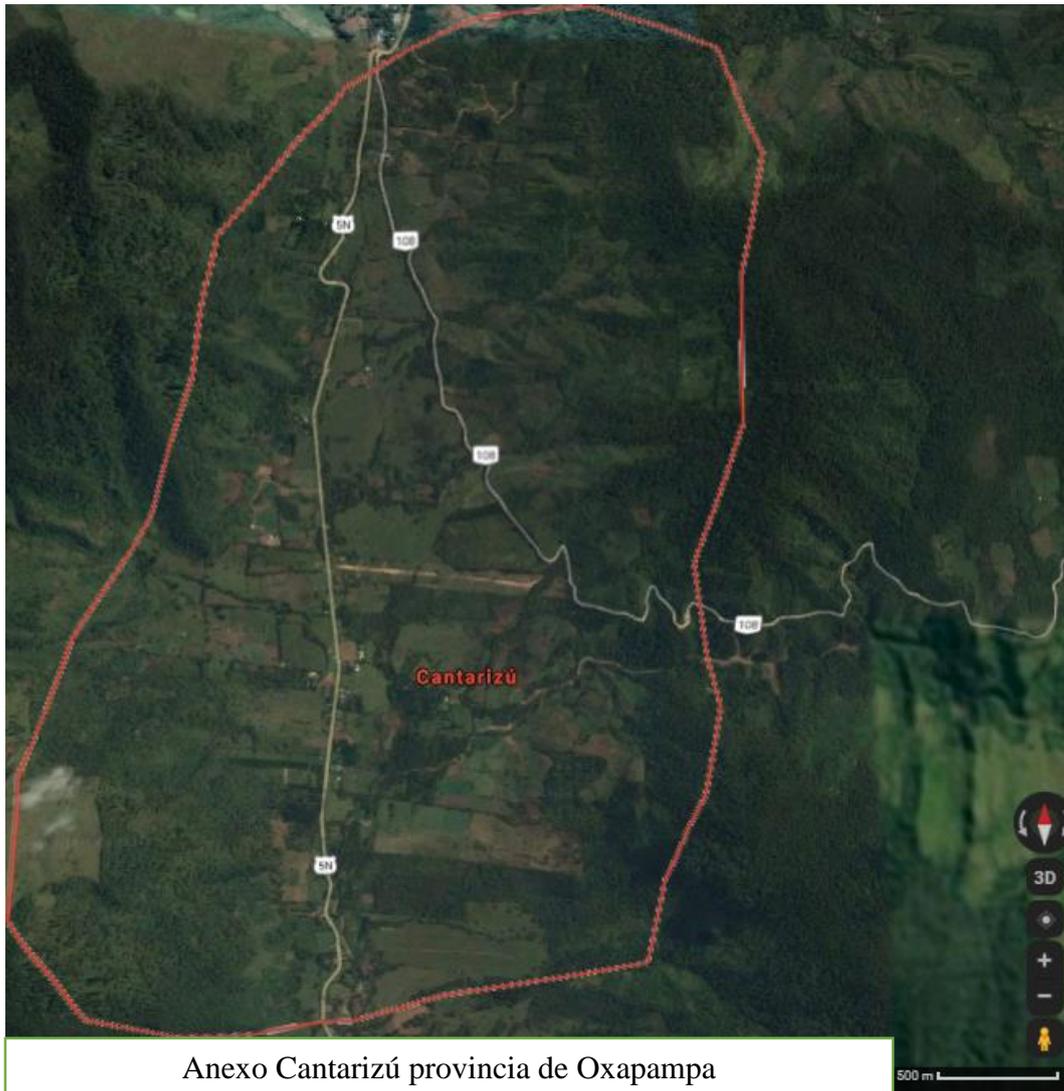
**Fuente:** Reglamento de calidad para consumo humano

**Anexo N° 03**  
**Categoría 1: Poblacional y Recreacional**  
**Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
<b>FÍSICOS- QUÍMICOS</b>				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala PUCo	15	100 (a)	**
Conductividad	( $\mu$ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5</sub> )	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitratos (NO <sub>3</sub> ) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO <sub>2</sub> ) (d)	mg/L	3	3	**
Amoníaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
<b>INORGÁNICOS</b>				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Berio	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdeno	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
<b>ORGÁNICOS</b>				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C <sub>9</sub> - C <sub>24</sub> )	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos (e)		1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromodiclorometano	mg/L	0,06	**	**
<b>I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES</b>				
1,1,1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1,1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1,2-Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1,2-Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0005	0,0005	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
<b>BTEX</b>				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>				
Benz(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Ben(a)fluoranteno (B(a)F)	mg/L	0,009	0,009	**
<b>Organofosforados</b>				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
<b>Organoclorados</b>				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,0003	0,0003	**
Clordano	mg/L	0,002	0,002	**
Dicloro Difeníl Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0005	0,0005	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,0003	0,0003	**
Lindeno	mg/L	0,002	0,002	**
<b>Carbamato</b>				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
<b>II. CIANOTOXINAS</b>				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
<b>III. BIFENILOS POLICLORADOS</b>				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
<b>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b>				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
Escherichia coli	NMP/100 ml	0	**	**
Vibrio cholerae	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copepodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 <sup>6</sup>	<5x10 <sup>6</sup>

**Anexo N° 03**  
**UBICACIÓN GEOGRAFICA**



Fuente: GOOGLE MAPS

<https://www.google.com/maps/search/Anexo+de+Cantarizu+OXAPAMPA/@-10.6438263,-75.3826762,4870m/data=!3m1!1e3>