

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Determinación de la calidad de agua potable en la localidad de Tarma en  
cumplimiento de la normativa ambiental - Distrito y Provincia de Tarma -  
2018**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Ambiental**

**Autor: Bach. Nataly Consuelo MELÉNDEZ PINO**

**Asesor: Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA**

**Cerro de Pasco - Perú - 2019**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**TESIS**

**Determinación de la calidad de agua potable en la localidad de Tarma en  
cumplimiento de la normativa ambiental - Distrito y Provincia de Tarma -  
2018**

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

---

**Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN**  
**PRESIDENTE**

---

**Mg. Eleuterio Andrés ZAVALETA SANCHEZ**  
**MIEMBRO**

---

**Mg. Lucio ROJAS VITOR**  
**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

A mi familia por ser la fuerza  
que mueve mi mundo.

## **RECONOCIMIENTO**

En primer lugar agradezco al Ing. Lucio Rojas Vítor por guiar este trabajo de investigación al contribuir con sus amplios conocimientos y asesoramiento.

También agradezco a dos de mis más valiosos amigos; Alex Meza y Anthony Alvarado por su apoyo incondicional para concretar este trabajo de investigación.

## RESUMEN

En Cumpliendo con el Reglamento de Grados y Títulos de la facultad de Ingeniería de nuestra “Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión”, me permito presentar la Tesis Intitulada **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE TARMA EN CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL -DISTRITO Y PROVINCIA DE TARMA- 2018”** con la finalidad de optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.

La prestación de servicios de agua potable en la Ciudad de Tarma, se encuentra a cargo de la EPS SIERRA CENTRAL S.R.L. este sistema de agua potable está conformado por ocho captaciones de agua, una unidad de pre tratamiento, líneas de conducción, siete reservorios de almacenamiento y redes de distribución. El sistema de agua debe de cumplir con los requerimientos necesarios para poder ofrecer agua segura, sin embargo actualmente cuenta con infraestructura y sistema de tratamiento del agua inadecuado, siendo necesario verificar que el agua ofrecida a la población de Tarma cumpla con la normativa peruana.

La presente investigación tiene como objetivo determinar la calidad de agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento con el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, D.S N° 031 – 2010 – S.A.

Se realizó el análisis físico, químico y microbiológico del agua de la Ciudad de Tarma, donde se concluye que los coliformes termotolerantes, turbiedad, pH, conductividad, plomo, cromo, flúor, níquel, selenio y boro se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles, según lo normado en el D.S N° 031 – 2010 – S.A. Mientras que los coliformes totales sobrepasan los Límites Máximos Permisibles normados según el D.S N° 031 – 2010 – S.A.

**Palabras clave:** Agua potable, contaminación, parámetros, límite máximo permisible.

## **SUMMARY**

In Complying with the Regulations of Degrees and Titles of the Faculty of Engineering of our "National University Daniel Alcides Carrión", I allow myself to present the thesis "DETERMINATION OF THE QUALITY OF DRINKING WATER IN THE TARMA LOCALITY IN THE COMPLIANCE OF THE ENVIRONMENTAL REGULATIONS - DISTRICT AND PROVINCE OF TARMA – 2018" with the purpose of opting for the Professional Title of Environmental Engineer.

The provision of drinking water services in the City of Tarma, is in charge of the EPS SIERRA CENTRAL S.R.L. This drinking water system consists of eight water catchments, a pre-treatment unit, pipelines, seven storage reservoirs and distribution networks. The water system must comply with the necessary requirements in order to offer safe water, however, it currently has inadequate water treatment infrastructure and system, and it is necessary to verify that the water offered to the population of Tarma complies with Peruvian regulations.

The objective of this research is to determine the quality of drinking water in the town of Tarma in compliance with the Regulation on Water Quality for Human Consumption, D.S No. 031 - 2010 - S.A.

The physical, chemical and microbiological analysis of the water of the City of Tarma was carried out, where it is concluded that the thermotolerant coliforms, turbidity, pH, conductivity, lead, chromium, fluorine, nickel, selenium and boron are within the Maximum Limits. Permissible, as stipulated in Supreme Decree No. 031 - 2010 – SA. While the total coliforms exceed the Maximum Permissible Limits regulated according to D.S No. 031 - 2010 - S.A.

**Keywords:** Drinking water, contamination, parameters, maximum permissible limit.



## **INTRODUCCION**

El agua es un elemento vital tanto para la supervivencia de los individuos como para la formación y el desarrollo de las grandes civilizaciones. La historia demuestra que todos los pequeños poblados y las culturas importantes se han formado alrededor de ríos, lagos o manantiales, demostrando así la importancia que tiene para la sociedad en su desarrollo.

El área que se estudiara es la Localidad de Tarma que se encuentra en el Distrito de Tarma, como argumento para el desarrollo de esta investigación se ha observado la falta de infraestructura adecuada, tratamiento inadecuado del agua, contaminación de las fuentes de agua cercanas a las fuentes de agua que abastecen a la Localidad de Tarma, causando posiblemente la alteración de la calidad del agua que posteriormente será consumida por la población.

Es de vital importancia contar con agua potable de calidad que cumpla con los LMP dispuesto en el Reglamento de la calidad del agua para consumo humano – Decreto supremo N ° 031 – 2010 SA del estado peruano, evitando así posibles enfermedades.

La investigación tiene como referencia del antecedente relacionada a lo realizado por Blanca Lisseth Guzman, Gerardo Nava, Paula Diaz; La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. Donde menciona que el agua es una necesidad vital que influye de forma directa en la salud. La calidad del agua de consumo humano se ha asociado con diversas enfermedades, un gran número de enfermedades infecciosas y parasitarias en el mundo, se debe a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de saneamiento, En consecuencia, es fundamental garantizar el acceso a agua potable para mejorar las condiciones de salud de las poblaciones y evitar la trasmisión de enfermedad.

La Autora.

## INDICE

|   |      |
|---|------|
| DEDICATORIA.....                                      | III  |
| RESUMEN.....  | V    |
| SUMMARY .....   | VII  |
| INTRODUCCION.....                                     | IX   |
| INDICE .....  | XI   |
| INDICE DE TABLAS .....                                | XIII |
| INDICE DE GRAFICOS.....                               | XV   |
| INDICE DE IMÁGENES.....                               | XVII |
| INDICE DE MAPAS Y PLANOS.....                         | XVII |
| CAPITULO I .....                                      | 1    |
| PROBLEMA DE INVESTIGACION .....                       | 1    |
| 1.1. IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA..... | 1    |
| 1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....                    | 2    |
| 1.2.1. Problema General.....                          | 2    |
| 1.2.2. Problemas Específicos .....                    | 2    |
| 1.3. FORMULACION DE OBJETIVOS.....                    | 3    |
| 1.3.1. Objetivo General.....                          | 3    |
| 1.3.2. Objetivos Específicos .....                    | 3    |
| 1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION .....          | 4    |
| 1.4.1. Justificación Teórica.....                     | 4    |
| 1.4.2. Justificación Social.....                      | 4    |
| 1.4.3. Justificación económica.....                   | 5    |
| 1.4.4. Justificación Ambiental .....                  | 5    |
| 1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACION ..... | 6    |
| 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION .....           | 6    |
| CAPITULO II .....                                     | 7    |
| MARCO TEÓRICO.....                                    | 7    |
| 2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....                    | 7    |
| 2.2. BASES TEÓRICO – CIENTIFICO .....                 | 12   |

|   |            |
|---|------------|
| 2.3. DEFINICION DE TERMINOS.....  | 43         |
| 2.4. FORMULACION DE HIPOTESIS .....   | 47         |
| 2.5. IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES.....   | 48         |
| <b>CAPITULO III .....</b>   | <b>49</b>  |
| <b>METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION.....</b>   | <b>49</b>  |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACION.....   | 49         |
| 3.2. METODOS DE INVESTIGACION .....   | 50         |
| 3.3. DISEÑO DE INVESTIGACION .....  | 51         |
| 3.4. POBLACION Y MUESTRA.....   | 51         |
| 3.4.1. Población .....  | 51         |
| 3.4.2. Tamaño de muestra.....   | 51         |
| 3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS.....   | 52         |
| 3.5.1. Técnicas .....   | 52         |
| 3.5.2. Materiales y Equipos .....   | 52         |
| 3.6. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO .....   | 55         |
| 3.6.1. Descripción de la Localidad de Tarma.....  | 58         |
| 3.6.2. Ubicación de los puntos de monitoreo .....   | 58         |
| 3.7. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE Y<br>ANÁLISIS DE MUESTRAS .....  | 59         |
| 3.7.1. Procedimiento de toma de muestras de agua .....  | 59         |
| 3.7.2. Análisis microbiológico de muestras de agua .....  | 61         |
| 3.7.3. Análisis químico .....   | 63         |
| <b>CAPITULO IV.....</b>   | <b>65</b>  |
| <b>RESULTADOS Y DISCUSION .....</b>   | <b>65</b>  |
| 4.1. TRATAMIENTO ESTADISTICO, INTERPRETACION DE CUADROS,<br>PRESENTACION DE RESULTADOS, TABLAS Y GRAFICOS<br>ESTADISTICOS ..... | 65         |
| 4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS .....  | 100        |
| 4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....   | 100        |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>  | <b>104</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>   | <b>106</b> |
| <b>BIBLIOGRAFIA.....</b>  | <b>107</b> |
| <b>ANEXOS</b>   |            |

## INDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla N° 01: Fuentes de abastecimiento de agua.....   | 28 |
| Tabla N° 02: Unidades de almacenamiento de agua potable.....                                    | 30 |
| Tabla N° 03: Límites máximos permisibles de parámetros de<br>calidad organoléptica.....         | 41 |
| Tabla N° 04: Límites máximos permisibles de parámetros<br>microbiológicos y parasitológico..... | 42 |
| Tabla N° 05: Límites máximos permisibles de parámetros químicos<br>inorgánicos.....             | 42 |
| Tabla N° 06: División administrativa de la provincia de Tarma.....                              | 56 |
| Tabla N° 07: Ubicación de los puntos de monitoreo.....  | 58 |
| Tabla N° 08: Datos generales – Punto 1.....   | 66 |
| Tabla N° 09: Resultado microbiológico de la calidad del agua<br>– Punto 1.....                  | 66 |
| Tabla N° 10: Resultado físico químico de la calidad del agua<br>– Punto 1.....                  | 66 |
| Tabla N° 11: Resultado químico inorgánico de la calidad del agua<br>– Punto 1.....              | 67 |
| Tabla N° 12: Datos generales – Punto 2.....   | 77 |
| Tabla N° 13: Resultado microbiológico de la calidad del agua<br>– Punto 2.....                  | 78 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Tabla N° 14: Resultado físico químico de la calidad del agua</b>     |           |
| – Punto 2.....  | 78        |
| <b>Tabla N° 15: Resultado químico inorgánico de la calidad del agua</b> |           |
| – Punto 2.....  | 78        |
| <b>Tabla N° 16: Datos generales – Punto 3.....</b>                      | <b>89</b> |
| <b>Tabla N° 17: Resultado microbiológico de la calidad del agua</b>     |           |
| – Punto 3.....  | 89        |
| <b>Tabla N° 18: Resultado físico químico de la calidad del agua</b>     |           |
| – Punto 3.....  | 89        |
| <b>Tabla N° 19: Resultado químico inorgánico de la calidad del agua</b> |           |
| – Punto 3.....  | 90        |

## INDICE DE GRAFICOS

|  |    |
|--|----|
| Grafico N° 01: Resultado del análisis para los coliformes totales y para los coliformes termotolerantes – Punto 1..... | 67 |
| Grafico N° 02: Resultado del análisis para la turbiedad – Punto 1.....   | 68 |
| Grafico N° 03: Resultado del análisis para la conductividad – Punto 1.....   | 69 |
| Grafico N° 04: Resultado del análisis para el pH – Punto 1.....  | 70 |
| Grafico N° 05: Resultado del análisis para el plomo – Punto 1.....   | 71 |
| Grafico N° 06: Resultado del análisis para el cromo– Punto 1.....  | 72 |
| Grafico N° 07: Resultado del análisis para el flúor – Punto 1.....   | 73 |
| Grafico N° 08: Resultado del análisis para el níquel – Punto 1.....  | 74 |
| Grafico N° 09: Resultado del análisis para el selenio – Punto 1.....   | 75 |
| Grafico N° 10: Resultado del análisis para el boro – Punto 1.....  | 76 |
| Grafico N° 11: Resultado del análisis para los coliformes totales y para los coliformes termotolerantes – Punto 2..... | 79 |
| Grafico N° 12: Resultado del análisis para la turbiedad – Punto 2.....   | 80 |
| Grafico N° 13: Resultado del análisis para la conductividad – Punto 2.....   | 81 |
| Grafico N° 14: Resultado del análisis para el pH – Punto 2.....  | 82 |
| Grafico N° 15: Resultado del análisis para el plomo – Punto 2.....   | 83 |
| Grafico N° 16: Resultado del análisis para el cromo– Punto 2.....  | 84 |
| Grafico N° 17: Resultado del análisis para el flúor – Punto 2.....   | 85 |
| Grafico N° 18: Resultado del análisis para el níquel – Punto 2.....  | 86 |
| Grafico N° 19: Resultado del análisis para el selenio – Punto 2.....   | 87 |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Grafico N° 20: Resultado del análisis para el boro – Punto 2.....</b>  | <b>88</b> |
| <b>Grafico N° 21: Resultado del análisis para los coliformes totales y para los coliformes termotolerantes – Punto 3.....</b> | <b>90</b> |
| <b>Grafico N° 22: Resultado del análisis para la turbiedad – Punto 3.....</b>   | <b>91</b> |
| <b>Grafico N° 23: Resultado del análisis para la conductividad – Punto 3.....</b>   | <b>92</b> |
| <b>Grafico N° 24: Resultado del análisis para el pH – Punto 3.....</b>  | <b>93</b> |
| <b>Grafico N° 25: Resultado del análisis para el plomo – Punto 3.....</b>   | <b>94</b> |
| <b>Grafico N° 26: Resultado del análisis para el cromo– Punto 3.....</b>  | <b>95</b> |
| <b>Grafico N° 27: Resultado del análisis para el flúor – Punto 3.....</b>   | <b>96</b> |
| <b>Grafico N° 28: Resultado del análisis para el níquel – Punto 3.....</b>  | <b>97</b> |
| <b>Grafico N° 29: Resultado del análisis para el selenio – Punto 3.....</b>   | <b>98</b> |
| <b>Grafico N° 30: Resultado del análisis para el boro – Punto 3.....</b>  | <b>99</b> |



## INDICE DE IMÁGENES

|  |    |
|--|----|
| Imagen N° 01: Filtración de la muestra de agua a través del método de membrana.....    | 34 |
| Imagen N° 02: Espectrofotómetro UV – Visible.....                                      | 35 |
| Imagen N° 03: Medición de los parámetros químicos por medio del espectrofotómetro..... | 64 |

## INDICE DE MAPAS Y PLANOS

|   |    |
|---|----|
| Mapa N° 01: Esquema general del Sistema de agua potable de la localidad de Tarma.....                             | 31 |
| Mapa N° 02: Ubicación de la localidad de Tarma, Distrito de Tarma, Provincia de Tarma, Departamento de Junín..... | 57 |

## **CAPITULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACION**

#### **1.1. IDENTIFICACION Y DETERMINACION DEL PROBLEMA**

En la localidad de Tarma se puede observar que el sistema de abastecimiento y el sistema de tratamiento del agua potable es ineficiente desde su captación, transporte y distribución, pudiendo estas ser causantes de la alteración de la calidad del agua potable que será posteriormente distribuida a los hogares tarmeños y otras actividades como el comercio y salud.

La alteración de la calidad del agua potable puede causar enfermedades como también la propagación de estas, causando un problema social, ambiental como también económico.

Es necesario realizar el estudio de la calidad de agua potable específicamente en calidad física, química y microbiológica para determinar si el agua potable de la Localidad de Tarma cuenta con la calidad establecida en la normativa peruana, para poder determinar las causas de la problemática y así mitigar y/o mejorar la calidad de este liquido vital.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cuál es la calidad de agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental-Distrito y Provincia de Tarma-2018?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

**1.2.2.1.** ¿Cuál es la calidad microbiológica del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental – Distrito y Provincia de Tarma – 2018?

**1.2.2.2.** ¿Cuál es la calidad física del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental – Distrito y Provincia de Tarma – 2018?

**1.2.2.3.** ¿Cuál es la calidad química del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental – Distrito y Provincia de Tarma – 2018?

### **1.3. FORMULACION DE OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la calidad del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental-Distrito y Provincia de Tarma-2018.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

**1.3.2.1.** Determinar la calidad microbiológica del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental – Distrito y Provincia de Tarma – 2018.

**1.3.2.2.** Determinar la calidad física del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental – Distrito y Provincia de Tarma – 2018.

**1.3.2.3.** Determinar la calidad química del agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental – Distrito y Provincia de Tarma – 2018.

#### **1.4. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION**

##### **1.4.1. Justificación Teórica**

Por medio de la investigación la información generada nos permitirá generar conocimiento sobre calidad de agua potable en la localidad de Tarma en cumplimiento de la normativa ambiental-Distrito y Provincia de Tarma-2018, la mencionada información aportará para la toma de medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales negativas.

##### **1.4.2. Justificación Social**

La evidente ineficiencia en la infraestructura y sistema de tratamiento de agua potable en la Localidad de Tarma ha generado el descontento de la población de Tarma realizando

protestas para que se pueda realizar el mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua.

#### **1.4.3. Justificación económica**

La contaminación del agua potable ya sea de forma física, química o microbiológica, genera enfermedades gastrointestinales, infecciones, afecciones a los diferentes órganos del cuerpo humano inclusive causar la muerte. La generación de estas enfermedades causaría una fuerte inversión económica para contrarrestarla o mitigarla. Por tanto es necesario evitar la generación de enfermedades a causa del consumo de agua insegura.

#### **1.4.4. Justificación Ambiental**

El sistema de abastecimiento y el sistema de tratamiento del agua potable es ineficiente según la SUNASS – Estudio tarifario del la EPS SIERRA CENTRAL S.R.L, la infraestructura es inadecuada como también la aplicación de la desinfección del agua.

Estas características indicarían la necesidad de realizar el análisis de agua potable para determinar la calidad de esta.

## **1.5. IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACION**

El agua es elemento de vital importancia para el desarrollo de las personas, en este caso específicamente importante para la localidad de Tarma. Se observa que el sistema de abastecimiento y tratamiento de agua potable a la población no son los óptimos pudiendo causar enfermedades infecciosas por bacterias y /o sustancias químicas.

Por tal motivo se realizara el análisis de muestras de agua tomadas de piletas y reservorios para poder determinar a ciencia cierta si el agua que consume la población Tarmeña es portadora de elementos que afecten la calidad de la misma.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION**

- ✓ Acceso a las instalaciones de SEDAPAL- TARMA
- ✓ Costos elevados en los análisis de muestras de agua.
- ✓ Distancias largas entre zonas de monitoreo de Pasco a Tarma.
- ✓ Acceso a equipos de monitoreo.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO**

**2.1.1. Blanca Lisseth Guzman, Gerardo Nava, Paula Diaz; La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012.**

##### **RESUMEN:**

El agua es una necesidad vital que influye de forma directa en la salud. La calidad del agua de consumo humano se ha asociado con diversas enfermedades. Un gran número de enfermedades infecciosas y parasitarias en el mundo, se debe a la falta de acceso adecuado a fuentes de agua y a condiciones de



saneamiento, y la Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que 2,9 millones de personas mueren cada año por estas causas. Los menores de edad son el grupo de edad más afectado, ya que 90 % de las muertes ocurre en niños menores de cinco años, casi siempre residentes en países en desarrollo. En varios estudios se ha demostrado la asociación entre las condiciones de saneamiento, incluido el acceso a agua potable, con enfermedades diarreicas, especialmente en menores de cinco años. Dicha asociación se ha estudiado bastante y diversos autores la han demostrado a partir de estudios epidemiológicos. Igualmente, los estudios han demostrado la importancia de las estrategias de saneamiento en la reducción de las enfermedades diarreicas, evidenciado así el impacto positivo de dichas intervenciones en la salud de la población. Se estima que el 94 % de los casos de diarrea podría evitarse mediante el aumento de la disponibilidad del agua potable y el acceso al saneamiento básico, así como la promoción de acciones de educación en salud. En consecuencia, es fundamental garantizar el acceso a agua potable para mejorar las condiciones de salud de las poblaciones y evitar la trasmisión de enfermedades.

**2.1.2. Camarena Miranda Julio Cesar; Evaluacion del grado de contaminación del agua de consumo humano del Distrito de Yanacancha – Cerro de Pasco, Pasco, Perú – 2009.**

**RESUMEN:**

La ciudad de Cerro de Pasco no cuenta con una planta de tratamiento de agua potable, la Planta de cloración de Emapa Pasco se encuentra inoperativa y por lo tanto no existe solución alguna al problema.

Los principales parámetros de análisis utilizados para determinar la calidad de las aguas son: temperatura, oxígeno disuelto. OD, pH, sólidos en suspensión, nitratos, nitritos, cinc, plomo y otros. En el aspecto microbiológico el control se hace en la materia orgánica constituida por la presencia de coliformes fecales y totales.

El objetivo fundamental del presente estudio es el de identificar los agentes generadores de la contaminación inorgánica y orgánica del agua que se consume en Yanacancha, con la finalidad de recomendar las mitigaciones de los problemas o impactos negativos permanentes y así prevenir las enfermedades.

El análisis bacteriológico encontró alto contenido de coliformes, que indican que no es buena para el consumo humano.

En el análisis de elementos pesados ninguno sobrepasa los valores dados por los ECAs.

**2.1.3. Escobar Villanueva Dalhin Itamar; Características físico-químicas del agua potable que se consume en el centro poblado Alto Trujillo, distrito El Porvenir, provincia Trujillo, departamento La Libertad, Perú – 2018.**

**RESUMEN:**

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar las características físico-químicas del agua potable que se consume en el centro poblado Alto Trujillo, distrito El Porvenir, provincia Trujillo, departamento La Libertad, Perú, con la finalidad de verificar si están de acuerdo con los parámetros de calidad. Se analizaron 60 muestras de agua potable, determinándose la turbiedad por el método nefelométrico, color por el método colorimétrico, olor y sabor por el método organoléptico, temperatura por el método termométrico, sólidos totales por el método de evaporación, pH por método potenciométrico, alcalinidad total por el método de alcalimetría, dureza total por método de Versenato, cloruros por el método de Mohr, nitrato por

el método de fenol disulfónico y amoníaco por el método de Nessler. Los resultados obtenidos son: turbiedad, 3,26 UTN; color, 6,6 UCV; olor y sabor, aceptables; temperatura, 21,2 °C; sólidos totales, 448,5 mg/L; pH, 6,59; alcalinidad total, 119,9 mg/L CaCO<sub>3</sub>; dureza total, 185,36 mg/L CaCO<sub>3</sub>; cloruros, 133,89 mg/L Cl; nitrato y amoníaco, negativo. Se puede concluir que el agua potable que se consume en el centro poblado Alto Trujillo, El Porvenir está dentro de los parámetros de calidad.

**2.1.4. Mario René Mejía Clara; Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras - 2005**

**RESUMEN:**

El estudio se realizó en la microcuenca El Limón, ubicada en la subcuenca del Río Copán, Honduras, en el período de enero a julio de 2005, con el objetivo de hacer un análisis socio ambiental de la calidad del agua para consumo humano, y determinar la percepción local del uso de tecnologías apropiadas para desinfección de agua. Se hicieron análisis de laboratorio de las principales fuentes de consumo humano mediante parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua. Se obtuvo una

recopilación del conocimiento local del uso y manejo del agua mediante una metodología participativa, información que llevó al planteamiento de alternativas y acciones sostenibles para mantener la calidad del agua para consumo dentro de los rangos permitidos por la Norma Técnica Nacional. La información secundaria fue recopilada a través de los actores clave y de las diferentes instituciones vinculadas a la administración del recurso en la microcuenca. La información de campo se obtuvo mediante recorridos por los cauces de las principales quebradas, aplicación de encuestas a los pobladores y usuarios del agua de la microcuenca, y talleres participativos donde se analizaron los diferentes procesos que se están desarrollando en la microcuenca y que contribuyen a la contaminación del agua.

## **2.2. BASES TEÓRICO – CIENTIFICO**

### **2.2.1. El agua**

El hombre está compuesto, en una proporción que va de 60% a 90% de agua, su empleo es múltiple en las actividades del hombre. Sirve como elemento líquido primordial, se emplea en la agricultura, industria, aseo personal, minería, salud pública, etc.

### 2.2.2. Contaminación del Agua

La contaminación del agua es la acumulación de sustancias tóxicas y derrame de fluidos en un sistema hídrico (río, mar, cuenca, etc.) alterando la calidad del agua.

Las sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un curso de agua, al ser excedidos causan o pueden causar daños a la salud, y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por la respectiva autoridad competente (MINAM, 2016).

#### A. Agentes contaminantes del agua

La contaminación de las aguas es uno de los factores más importantes que rompen la armonía entre el hombre y su medio, no sólo de forma inmediata sino, también, a mediano y largo plazo.

Esta contaminación tiene su origen en diversos factores:

- **Agentes patógenos.** Bacterias, virus y parásitos entran al agua proveniente de desechos orgánicos.

- **Desechos que requieren oxígeno.** Los desechos orgánicos pueden ser descompuestos por bacterias que usan oxígeno para biodegradarlos. Si hay poblaciones grandes de estas bacterias, pueden agotar el oxígeno del agua, matando las formas de vida acuáticas.
- **Sustancias químicas inorgánicas.** Ácidos, compuestos de metales tóxicos como el mercurio o el plomo envenenan el agua.
- **Los nutrientes vegetales.** Pueden ocasionar el crecimiento excesivo de plantas acuáticas que después mueren y se descomponen, agotando el oxígeno del agua y causando la muerte de las especies marinas (zona muerta).
- **Sustancias químicas orgánicas.** Petróleo, plástico, plaguicidas y detergentes que amenazan la vida.
- **Sedimentos o materia suspendida.** Partículas insolubles de suelo que enturbian el agua, y que son la mayor fuente de contaminación.
- **Sustancias radiactivas.** Pueden causar defectos congénitos y cáncer.

## **B. Consecuencias del consumo de agua no segura o contaminada**

Cuando consumimos agua contaminada nos produce enfermedades a causa de los microbios, parásitos o sustancias tóxicas que son dañinas para la salud. Algunas de estas enfermedades pueden ser: tifoidea, hepatitis, el cólera, entre otras.

La contaminación química del agua puede ocasionar graves enfermedades, en algunos casos causa la muerte. Entre los contaminantes químicos se encuentran los metales, los minerales y otras sustancias, tanto orgánicas como inorgánicas. Entre los metales, por ejemplo, producto de la minería de pequeña escala, tenemos al mercurio que provoca la contaminación de peces que al ser consumidos por las personas, afecta principalmente al sistema nervioso, los riñones y otros órganos del cuerpo humano(MINAM,2016).

### **2.2.3. Agua Potable**

Se denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido



tratada para su consumo humano, según las normas de calidad promulgadas por las autoridades locales e internacionales.

El agua potable es aquella que debe cumplir las características físicas, químicas y microbiológicas, es apta para consumo humano se utiliza en bebidas directa, en la preparación de alimentos o en la higiene personal. (OMS, 2010).

#### **A. Requerimientos Básicos para que el Agua sea Potable**

- Estar libre de organismos patógenos causantes de enfermedades.
- No contener compuestos que tengan un efecto adverso, agudo o crónico sobre la salud humana.
- Ser aceptablemente clara (baja turbidez, poco color, etc.).
- Que no contenga compuestos que causen sabor y olor desagradables.
- Que no cause corrosión o incrustaciones en el sistema de abastecimiento de agua, y que no manche la ropa lavada con ella.

#### **2.2.4. Calidad del agua para consumo humano**

La Calidad del Agua para Consumo Humano, es un conjunto de características organolépticas, físicas, Químicas y microbiológicas del agua, determinadas básicamente por los valores establecidos de concentraciones máximas admisibles y las establecidas en las guías de calidad, que aseguran la inexistencia de algún tipo de riesgo o peligro de carácter sanitario.

Para poder identificar la contaminación del agua potable se usan diferentes parámetros que son indicadores de calidad, a continuación se describirán algunos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos:

##### **A. Principales parámetros fisicoquímicos de calidad de agua:**

Este tipo de indicador mide y describe las propiedades de los parámetros físico – químicos como: color, sabor, olor, pH, temperatura, conductividad, turbidez, entre otros:

##### **Olor:**

En su forma pura, el agua no produce sensaciones olfativas. El **olor** en el agua puede utilizarse de manera subjetiva para describir cualitativamente su calidad, estado, procedencia o

contenido. Aun cuando esta propiedad pueda tener un amplio espectro de posibilidades, para propósitos de calidad de aguas existen ciertos aromas característicos que tipifican algunas fuentes u orígenes, más o menos bien definidos (GESTA AGUA, 2003).

**Sabor:**

El sabor del agua es un determinante subjetivo, para las cuales no existen instrumentos de observación, ni registro, ni unidades de medida. Tienen un interés evidente en las aguas potables destinadas al consumo humano. Las aguas adquieren un sabor salado a partir de los 300 ppm de Cl<sup>-</sup>, y un gusto salado y amargo con más de 450 ppm de SO<sub>4</sub><sup>=</sup>. El CO<sub>2</sub> libre le da un gusto picante. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le confieren un color y sabor desagradables.

**Temperatura:**

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles.

La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas (GESTA AGUA, 2003).

**Turbidez:**

La turbidez del agua es producida por materias en suspensión, como arcillas, cieno o materias orgánicas e inorgánicas finamente divididas, compuestos orgánicos solubles coloreados, plancton, sedimentos procedentes de la erosión y microorganismos, el tamaño de estas partículas varía desde 0,1 a 1.000 nm (nanómetros) de diámetro.

La turbidez se utiliza para indicar la calidad del agua y la eficiencia de la filtración para determinar si hay presencia de organismos que provocan enfermedades.

La materia suspendida en el agua absorbe la luz, haciendo que el agua tenga un aspecto nublado (GESTA AGUA,2003).

**Potencial de Hidrogeno (pH):**

El pH es el valor que determina si una sustancia es ácida, neutra o básica, calculando el número iones hidrogeno presentes. Se mide en una escala a partir de 0 a 14, en la escala 7, la sustancia es neutra. Los valores de pH por debajo de 7 indican que una sustancia es ácida y los valores de pH por encima de 7 indican que es básica.

Cuando una sustancia es neutra el número de los átomos de hidrógeno y de oxhidrilos son iguales. Cuando el número de átomos de hidrógeno (H<sup>+</sup>) excede el número de átomos del oxhidrilo (OH<sup>-</sup>), la sustancia es ácida (GESTA AGUA, 2003).

**Conductividad Eléctrica:**

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como la temperatura de la medición.

El agua pura tiene muy poca conductividad, por lo que la medida de la conductividad de un agua nos da una idea de los sólidos disueltos en la misma.

A partir de la conductividad se puede obtener los sólidos disueltos multiplicando por un factor entre 0.55 y 0.75 (GESTA AGUA, 2003).

#### **Oxígeno Disuelto:**

La oxigenación del agua se debe principalmente a la solubilización del oxígeno atmosférico y minoritariamente a su generación en la fotosíntesis, principalmente de algas. Sin embargo el oxígeno así formado durante el día, se consume en parte durante la noche, cuando las algas consumen oxígeno para su metabolismo. Luego de la muerte de las algas la degradación de esta biomasa también consume oxígeno (GESTA AGUA, 2003).

#### **Plomo:**

Las aguas naturales contienen solamente trazas de plomo. La mayor fuente de plomo en el agua puede ser de origen industrial, minero y de descargas de hornos de fundición o de cañerías viejas de plomo. Las aguas de grifo blandas y ácidas

y que no reciben un tratamiento adecuado contienen plomo como resultado del ataque a las tuberías de servicio.

Los alimentos son otra fuente de plomo. Los cultivos, particularmente tubérculos y raíces comestibles (papa, rábano, camote, zanahoria) pueden contener cantidades importantes de plomo. Estas cantidades se incrementan en los alimentos debido al uso de agua contaminada y utensilios que contienen plomo. El plomo es un elemento tóxico no esencial, con capacidad de bioacumulación; afecta prácticamente a todos los órganos y/o sistemas del organismo humano (GESTA AGUA, 2003).

**Cromo:**

El cromo se encuentra en la Naturaleza casi exclusivamente en forma de compuestos. El mineral de cromo más importante es la cromita ( cromoferrita, piritita crómica). El cromo puro se obtiene por reducción del óxido de cromo (III) con aluminio (procedimiento aluminotérmico), mediante electrólisis o a través del ioduro crómico (GESTA AGUA, 2003).

**Flúor:**

El flúor representa el aproximadamente 0,3 g/Kg. de la corteza terrestre. Los fluoruros pueden estar presentes también en agua subterráneas.

El fluoruro puede aparecer naturalmente en el agua o se puede adicionar en cantidades controladas (GESTA AGUA, 2003).

**Níquel:**

El níquel es un elemento bastante abundante, constituye cerca de 0.008% de la corteza terrestre y 0.01% de las rocas ígneas.

En algunos tipos de meteoritos hay cantidades apreciables de níquel, y se piensa que existen grandes cantidades en el núcleo terrestre. El níquel se presenta en pequeñas cantidades en plantas y animales. Está presente en pequeñas cantidades en el agua de mar, el petróleo y en la mayor parte del carbón.

La toma de altas cantidades de níquel puede causar cáncer de pulmón, nariz, laringe y próstata (GESTA AGUA, 2003).

**Selenio:**

La exposición al selenio tiene lugar principalmente a través de la comida, porque el selenio está presente naturalmente en los cereales y la carne.



También la abundancia de este elemento es ampliamente distribuido en la corteza terrestre, se estima aproximadamente en  $7 \times 10^{-5}$ % por peso, encontrándose en forma de seleniuros de elementos pesados y, en menor cantidad, como elemento libre en asociación con azufre elemental(GESTA AGUA,2003).

**Boro:**

El boro constituye el 0.001% en la corteza terrestre. Nunca se ha encontrado libre. Está también presente en el agua de mar en unas cuantas partes por millón (ppm). Existe en pequeñas cantidades en la mayoría de los suelos y es un constituyente esencial de varios silicatos tales como la turmalina y la datolita. Cuando los humanos consumen grandes cantidades de comida que contiene Boro, la concentración de Boro en sus cuerpos puede aumentar a niveles que causan problemas de salud (GESTA AGUA, 2003).

**B. Principales parámetros microbiológicos de calidad de agua:**

El grupo de los Coliformes son un buen indicador microbiano de la calidad de agua potable, debido principalmente a que son fáciles de detectar y enumerar en el agua. La presencia de

E.Coli en muestras de agua potable, indica la existencia de fallas en la eficiencia de tratamiento de aguas, integridad, orígenes: suelos, superficiales de agua dulce y tracto digestivo.

### **Coliformes Totales:**

El grupo de coliformes totales incluye a todos los coliformes de cualquier origen y a todas las bacterias gram negativas en forma bacilar que fermentan la lactosa a temperatura de 35°C a 37°C, produciendo ácido y gas (CO<sub>2</sub>) en 24 horas, aerobias o anaerobias facultativas, son oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la B-galactosa. La presencia de coliformes totales, cultivadas a 35°C – 37°C, solo nos indica la existencia de contaminación, sin informar sobre su origen. Son Oxidasa negativa y no forman esporas. Comprende los géneros de, Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter y Serratia.

### **Coliformes Termotolerantes:**

Los Coliformes Termotolerantes integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian de los demás microorganismo que hacen parte de este grupo, en que son indol positivo, su rango de temperatura óptima de crecimiento

es muy amplio hasta 45°C, la presencia de esto indica presencia de contaminación fecal de origen humano o animal, ya que las heces contienen dichos microorganismos, presentes en la flora intestinal y de ellos 90% y un 100% son E.Coli. Comprenden a los géneros de Escherichia y en menor grado los géneros de Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter.

#### **2.2.5. Sistema de abastecimiento de agua potable en la Localidad de Tarma**

La Empresa encargada de ofrecer los servicios de saneamiento en la Localidad de Tarma tiene por nombre EPS SIERRA CENTRAL S.R.L (Entidad Prestadora de Servicios de Saneamiento Sierra Central Sociedad de Responsabilidad Limitada) es una empresa municipal de derecho privado.

De acuerdo al contrato de explotación, la Municipalidad Provincial de Tarma otorga el derecho de explotación a la EPS, para la prestación de los servicios de saneamiento de agua potable y alcantarillado sanitario dentro del ámbito geográfico de la localidad de Tarma ubicada en el distrito de Tarma, provincia de Tarma, departamento de Junín. Según señala su contrato de explotación, el ámbito de la EPS SIERRA CENTRAL S.R.L. comprende el área

urbana del distrito de Tarma, siendo por tanto la que la abastece de agua potable. (Proyecto de estudio Tarifario EPS SIERRA CENTRAL S.R.L, 2018).

#### **2.2.5.1. Sistema de agua potable en la Localidad de Tarma**

El sistema de agua potable de la EPS SIERRA CENTRAL S.R.L. está conformado por ocho (8) captaciones de agua (del tipo subterráneo y superficial), una unidad de pretratamiento, líneas de conducción/aducción, siete (7) reservorios de almacenamiento y redes de distribución. Dicho sistema brinda el servicio a la localidad de Tarma, la cual tiene una población aproximada de 46 578 habitantes. (Proyecto de estudio Tarifario EPS SIERRA CENTRAL S.R.L, 2018).

##### **A. Captación:**

El sistema cuenta ocho (8) fuentes para el abastecimiento de agua a la localidad de Tarma, solo una de ellas es del tipo superficial, el resto son del tipo subterráneo:

**Tabla N° 01:** Fuentes de abastecimiento de agua

| <b>CAPTACIONES</b> |                                     |
|--------------------|-------------------------------------|
| <b>Nombre</b>      | <b>Tipo</b>                         |
| El Ingenio         | Superficial                         |
| Bunyac             | Subterráneo (Manantial tipo ladera) |
| Moya I             | Subterráneo (Galería filtrante)     |
| Moya II            | Subterráneo (Galería filtrante)     |
| Huaccho            | Subterráneo (Galería filtrante)     |
| Vásquez            | Subterráneo (Galería filtrante)     |
| Achuncha           | Subterráneo (Galería filtrante)     |
| Espinoza           | Subterráneo (Galería filtrante)     |

**Fuente:** Proyecto de estudio Tarifario EPS SIERRA CENTRAL S.R.L - 2018

### **B. Líneas de conducción de agua cruda**

El sistema de agua cuenta con ocho (8) líneas de conducción que transportan el agua cruda desde las captaciones hasta los reservorios existentes.

### **C. Sistema de Pre tratamiento:**

El sistema de agua cuenta con dos unidades de pretratamiento, denominados “Sedimentador 1” y “Sedimentador N°2”. La primera unidad se encuentra

ubicada en las coordenadas UTM 0425209E y 8733682N y almacena el agua captada en una estructura de forma irregular. La segunda estructura se encuentra ubicada en las coordenadas UTM 0425187E y 8733689N y es de forma rectangular. Cada una cuenta con una capacidad actual de 46,6 l/s aproximadamente. Cabe señalar que, la primera estructura es de propiedad del Recreo El Ingenio y su diseño no responde a criterios técnicos. Por otro lado, en la segunda estructura es donde se realiza la desinfección.

**D. Líneas de conducción de agua tratada - Por gravedad:**

El sistema cuenta con un conjunto de catorce líneas de agua tratada, las cuales han sido identificadas entre líneas aductoras y líneas que conducen el agua desde las captaciones donde reciben tratamiento.

### E. Almacenamiento:

El sistema cuenta actualmente con siete reservorios, todos del tipo apoyado, con capacidades que varían desde los 75 m<sup>3</sup> a 1 200 m<sup>3</sup>.

**Tabla N° 02:** Unidades de almacenamiento de agua potable

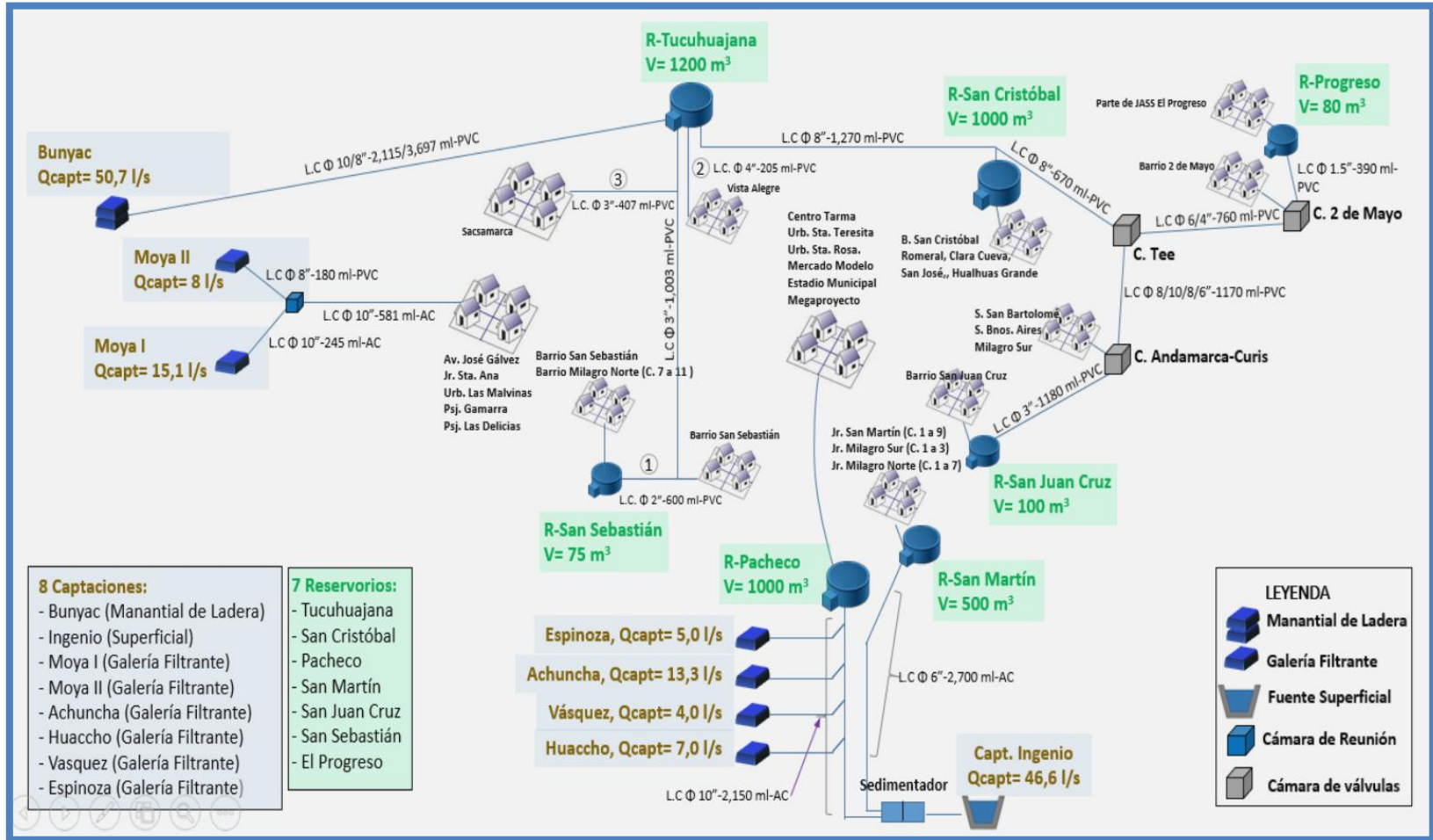
| <b>UNIDADES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA POTABLE</b> |                      |                              |
|---|----------------------|------------------------------|
| <b>RESERVORIO</b>                                 | <b>ESTADO FISICO</b> | <b>OPERATIVO/INOPERATIVO</b> |
| R – Tucuhuajana                                   | Bueno                | Operativo                    |
| R - San Cristobal                                 | Malo                 | Operativo                    |
| R – Pacheco                                       | Regular              | Operativo                    |
| R - San Martin                                    | Regular              | Operativo                    |
| R - San Sebastián                                 | Bueno                | Operativo                    |
| R – San Juan Cruz                                 | Bueno                | Operativo                    |
| R – Progreso                                      | Bueno                | Operativo                    |

**Fuente:** Proyecto de estudio Tarifario EPS SIERRA CENTRAL S.R.L - 2018.

### F. Red de Distribución

La red de distribución cuenta con 89 274 metros de tuberías de Asbesto Cemento, Fierro Fundido y PVC.

**Mapa N° 01:** Esquema General del Sistema de Agua Potable de la localidad de Tarma.



Fuente: Proyecto de estudio tarifario EPS SIERRA CENTRAL – 2018.



### **2.2.6. Método de filtración atreves de membrana**

Para la detección de coliformes totales y coliformes termotolerantes es utilizado el método de filtración por membrana, este es un método eficiente ya que se puede usar para realizar el análisis de volúmenes grandes y el resultado se puede obtener de forma más rápida a diferencia de otros métodos.

La muestra de agua se hace pasar mediante vacío por un filtro de celulosa de 0,45 micras de tamaño de poro, para que las bacterias queden retenidas en el (PALMA, 1999). El filtro es colocado en un medio de cultivo específico para lo que se desea determinar en la muestra (coliformes totales y coliformes termotolerantes), incubando a 37 °C durante 24 horas y 48 horas.

#### **A. Técnicas de filtración**

El aparato de filtración consiste de un disco incrustado (porta filtros) sostenido por soporte de goma o caucho y que se ajusta a una base donde puede fijarse un embudo graduado o una rampa múltiple de filtración.

El porta filtros se coloca encima de un soporte de filtración bien sea único o colector múltiple (rampas de filtración para varias

muestras a la vez) conectado a un sistema de vacío.  
(DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA Y GENETICA, UDS,  
2013).

- Se debe Colocar la membrana filtrante de 0,45  $\mu\text{m}$  de tamaño de poro sobre el porta filtros, el manejo de las membranas se debe realizar con pinzas .
- Filtrar 100 mL de la muestra de agua a través del filtro y poner en marcha el sistema de vacío, una vez filtrada toda la muestra, retirar con pinzas estériles o flameadas la membrana filtrante.
- Colocar la membrana sobre la placa que contiene el medio de cultivo (previamente preparado), y tapar la placa de Petri, invertir la placa e incubar en estufa a 37°C durante 24 horas(DEPARTAMENTO DE MICROBIOLOGIA Y GENETICA, UDS, 2013).

**Imagen N° 01:** Filtración de la muestra de agua a través del método de membrana



**Fuente:** Elaboración propia

### **2.2.7. La espectrofotometría**

La espectrofotometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración. Para hacer este tipo de medidas se emplea un espectrofotómetro, en el que se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y medir la cantidad de luz absorbida por la misma.

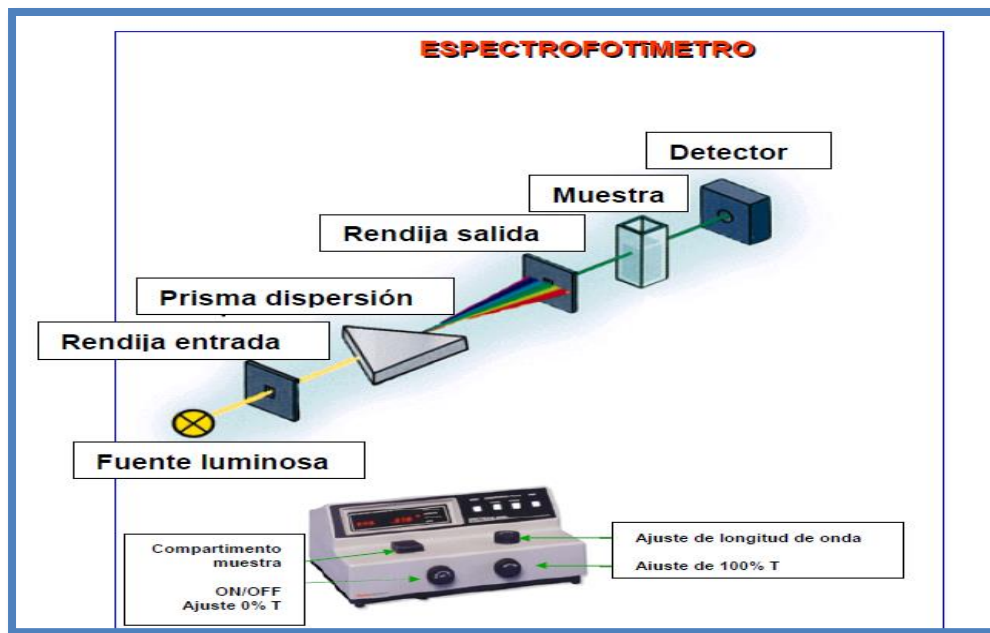
El espectro de absorción es una representación gráfica que indica cantidad de luz absorbida ( $\epsilon$ ) a diferentes valores de  $\lambda$ .

A partir de una solución diluida de un compuesto, cuya

absorbancia máxima entra dentro del rango de medida del espectrofotómetro, se verá el valor de absorbancia a diferentes longitudes de onda frente a un blanco que contenga el disolvente de la solución de la muestra a caracterizar. A partir del espectro de absorción se obtendrá el valor de  $\lambda$  al que el compuesto presenta la mayor absorbancia ( $\lambda_{\max}$ ). Dicho  $\lambda$  se utilizará a la hora de hacer determinaciones cualitativas y cuantitativas del compuesto.

El espectro de absorción de un cromóforo depende, fundamentalmente, de la estructura química de la molécula (FERMIN MELENDEZ, 2000).

Imagen N° 02: Espectrofotómetro UV – visible



Fuente: Departamento de Bioquímica y Biología Molecular – Cordova

### 2.2.8. Marco legal

- **Ley general de salud (Ley N°26842)**

Esta Ley establece que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

**Artículo 103°:** la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

**Artículo 107°:** El abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reuso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

- **Ley General de Servicios de Saneamiento (Ley N° 26338)**

**Artículo 4°.-** Corresponde al Estado a través de sus entidades competentes regular y supervisar la prestación de los servicios de saneamiento, así como establecer los derechos y

obligaciones de las entidades prestadoras y proteger los derechos de los usuarios.

**Artículo 22°.-** Son obligaciones de las entidades prestadoras:

**a)** Celebrar con el usuario el contrato de suministro o de prestación de servicios.

**b)** Prestar a quien lo solicite, el servicio o los servicios de saneamiento objeto del contrato de explotación.

**c)** Operar y mantener las instalaciones y equipos en condiciones adecuadas para prestar el servicio o los servicios de saneamiento, conforme a lo convenido en el contrato de explotación.

**d)** Ampliar y renovar oportunamente, de acuerdo con las condiciones establecidas en el contrato de explotación, las instalaciones del servicio o servicios de saneamiento, para que estén en capacidad de atender el crecimiento de la demanda.

**e)** Brindar a la Superintendencia las facilidades que requiera para efectuar las inspecciones correspondientes. 5 / 12.

**f)** Proporcionar la información técnica, financiera y de otra índole que la Superintendencia le solicite así como la que establezca el Reglamento de la presente Ley.

- **Reglamento de la calidad del agua para consumo humano – Decreto supremo N ° 031 – 2010 SA.**

#### **Artículo 2º: Objeto**

Con arreglo a la Ley N° 26842 - Ley General de Salud, el presente Reglamento tiene como objeto normar los siguientes aspectos:

1. La gestión de la calidad del agua;
2. La vigilancia sanitaria del agua;
3. El control y supervisión de la calidad del agua;
4. La fiscalización, las autorizaciones, registros y aprobaciones sanitarias respecto a los sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano;
5. Los requisitos físicos, químicos, microbiológicos y parasitológicos del agua para consumo humano; y
6. La difusión y acceso a la información sobre la calidad del agua para consumo humano.

#### **Artículo 8º: Entidades responsables**

Las entidades que son responsables y/o participan en la gestión para asegurar la calidad del agua para consumo humano en lo que le corresponde de acuerdo a su competencia, en todo el país son las siguientes:

1. Ministerio de Salud;
2. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento;
3. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento;
4. Gobiernos Regionales;
5. Gobiernos Locales Provinciales y Distritales;
6. Proveedores del agua para consumo humano; y
7. Organizaciones comunales y civiles representantes de los consumidores.

**Artículo 60°.- Parámetros microbiológicos y otros organismos**

Toda agua destinada para el consumo humano, como se indica en el Anexo I, debe estar exenta de:

1. Bacterias coliformes totales, termotolerantes y *Escherichia coli*,
2. Virus;
3. Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos;
4. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépedos, rotíferos y nemátodos en todos sus estadios evolutivos; y
5. Para el caso de Bacterias Heterotróficas menos de 500 UFC/ml a 35°C.



### **Artículo 61°.- Parámetros de calidad organoléptica**

El noventa por ciento (90%) de las muestras tomadas en la red de distribución en cada monitoreo establecido en el Plan de Control, correspondientes a los parámetros químicos que afectan la calidad estética y organoléptica del agua para consumo humano, no deben exceder las concentraciones o valores señalados en el Anexo II del presente Reglamento. Del diez por ciento (10%) restante, el proveedor evaluará las causas que originaron el incumplimiento y tomará medidas para cumplir con los valores establecidos en el presente Reglamento.

### **Artículo 62°.- Parámetros inorgánicos y orgánicos**

Toda agua destinada para el consumo humano, no deberá exceder los límites máximos permisibles para los parámetros inorgánicos y orgánicos señalados en la Anexo III del presente Reglamento.

**Tabla Nº 03:** Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

| <b>LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES DE PARAMETROS DE CALIDAD ORGANOLEPTICA</b> |  |                                 |
|---|--|---------------------------------|
| <b>Parametros</b>   | <b>Unidad de medida</b>                        | <b>Limite maximo permisible</b> |
| Olor  | ---  | Aceptable                       |
| Sabor   | ---  | Aceptable                       |
| Color   | UCV escala Pt/Co                               | 15                              |
| Turbiedad   | UNT  | 5                               |
| pH  | Valor de pH                                    | 6,5 a 8,5                       |
| Conductividad (25°C)  | µmho/cm  | 1500                            |
| Sólidos totales disueltos   | mgL <sup>-1</sup>                              | 1000                            |
| Cloruros  | mgCl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>              | 250                             |
| Sulfatos  | mgSO <sub>4</sub> <sup>=</sup> L <sup>-1</sup> | 250                             |
| Dureza total  | mgCaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>            | 500                             |
| Amoníaco  | mgN L <sup>-1</sup>                            | 1,5                             |
| Hierro  | mgFe L <sup>-1</sup>                           | 0,3                             |
| Manganeso   | mgMn L <sup>-1</sup>                           | 0,4                             |
| Aluminio  | mgAl L <sup>-1</sup>                           | 0,2                             |
| Cobre   | mg Cu L <sup>-1</sup>                          | 2,0                             |
| Zinc  | mg Zn L <sup>-1</sup>                          | 3,0                             |
| Sodio   | mg Na L <sup>-1</sup>                          | 200                             |

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

**Tabla N° 04:** Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitológicos.

| <b>LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS</b> |                         |                                 |
|---|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Parámetros</b>   | <b>Unidad de medida</b> | <b>Límite máximo permisible</b> |
| 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 helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos     | N° org/L                | 0                               |
| Virus   | UFC/ml                  | 0                               |
| Organismos de vida libre  | N° org/L                | 0                               |

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

**Tabla N° 05:** Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos

| <b>LÍMITE MÁXIMOS PERMISIBLES DE PARÁMETROS QUÍMICOS INORGÁNICOS</b> |                         |                                 |
|--|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Parámetros</b>  | <b>Unidad de medida</b> | <b>Límite máximo permisible</b> |
| Antimonio  | mg SbL <sup>-1</sup>    | 0,020                           |
| Arsénico   | mg AsL <sup>-1</sup>    | 0,010                           |

|             |                                    |  |
|-------------|------------------------------------|--|
| Bario       | mg BaL <sup>-1</sup>               | 0,700  |
| Boro        | mg BL <sup>-1</sup>                | 1,500  |
| Cadmio      | mg CdL <sup>-1</sup>               | 0,003  |
| Cianuro     | mg CNL <sup>-1</sup>               | 0,070  |
| Cloro       | mg L <sup>-1</sup>                 | 5  |
| Clorito     | mg L <sup>-1</sup>                 | 0,7  |
| Clorato     | mg L <sup>-1</sup>                 | 0,7  |
| Cromo total | mg Cr L <sup>-1</sup>              | 0,050  |
| Fluor       | mg F L <sup>-1</sup>               | 1,000  |
| Mercurio    | mg Hg L <sup>-1</sup>              | 0,001  |
| Niquel      | mg Ni L <sup>-1</sup>              | 0,020  |
| Nitratos    | mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup> | 50,00  |
| Nitritos    | mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup> | 3,00 Exposición corta<br>0,20 Exposición larga |
| Plomo       | mg Pb L <sup>-1</sup>              | 0,010  |
| Selenio     | mg Se L <sup>-1</sup>              | 0,010  |
| Molibdeno   | mg Mo L <sup>-1</sup>              | 0,07   |
| Uranio      | mg U L <sup>-1</sup>               | 0,015  |

**Fuente:** Reglamento de la calidad de agua para consumo humano.

### 2.3. DEFINICION DE TERMINOS

Se tienen las siguientes definiciones según el Reglamento de Calidad para consumo humano – DS N° 032- 2010-SA:

- **Agua Cruda**

Es aquella agua, en estado natural, captada para abastecimiento que no ha sido sometido a procesos de tratamiento.

- **Agua Tratada**

Toda agua sometida a procesos físicos, químicos y/o biológicos para convertirla en un producto inocuo para el consumo humano.

- **Agua de consumo humano**

Agua apta para consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal.

- **Consumidor**

Persona que hace uso del agua suministrada por el proveedor para su consumo.

- **Coliformes**

Bacterias gram negativas que fermentan la lactosa a y temperatura de 35 a 37°C, produciendo ácido y gas en un plazo de 24 a 48 horas. Son anaeróbicas facultativas, oxidasa negativa, no forman esporas y presentan actividad enzimática de la galactosidasa.

Es un indicador de contaminación microbiológica del agua para consumo humano.

- **Contaminante**

Es cualquier sustancia y/o elemento químico, físico o biológico cuya concentración al exceder los niveles establecidos, es susceptible de causar efectos nocivos para la salud de las personas y/o el ambiente.

- **Escherichia Coli – E. Coli**

Bacilo anaeróbico facultativo gran negativo no esporulado. Es el indicador microbiológico de contaminación fecal en el agua para consumo humano.

- **Inocuidad**

Que no hace daño a la salud humana.

- **Límite máximo permisible**

Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua.

- **Monitoreo de la calidad de agua**

Es el proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad de agua, con el objeto de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación.

- **Muestreo de 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.

- **Proveedor del servicio de agua para el consumo humano**

Toda persona natural o jurídica bajo cualquier modalidad empresarial, junta administradora, organización vecinal, comunal u otra organización que provea agua para consumo humano.

- **Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano**

Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son accionadas por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua.

- **Sistema de tratamiento de agua**

Sistema de tratamiento de agua: Conjunto de componentes hidráulicos; de unidades de procesos físicos, químicos y biológicos; y de equipos electromecánicos y métodos de control que tiene la finalidad de producir agua apta para el consumo humano.

## **2.4. FORMULACION DE HIPOTESIS**

### **2.4.1. Hipótesis General**

La calidad física, química y microbiológica del agua de la Ciudad de Tarma cumple con la Normativa Peruana.

### **2.4.2. Hipótesis Específica**

1. La calidad física del agua de la Ciudad de Tarma cumple con la Normativa Peruana.
2. La calidad química del agua de la Ciudad de Tarma cumple con la Normativa Peruana.
3. La calidad microbiológica del agua de la Ciudad de Tarma cumple con la Normativa Peruana.



## **2.5. IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES**

### **2.5.1. Variable Independiente**

Calidad del agua

### **2.5.2. Variable Dependiente**

Análisis físico, químico y biológico

### **2.5.3. Variable Interviniente**

Ciudad de Tarma

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA Y TECNICAS DE INVESTIGACION**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACION**

El desarrollo de la investigación será de tipo descriptivo y cuantitativo ya que se dará a conocer las principales características de los indicadores de calidad como los coliformes totales, coliformes termotolerantes, turbiedad, pH, conductividad, entre otros parámetros importantes.

### **3.2. METODOS DE INVESTIGACION**

El método de investigación se realizara mediante el siguiente procedimiento:

#### **A. Trabajo de Gabinete – Planificación del trabajo**

Para poder lograr el desarrollo social, económico y ambiental de la ciudad de Tarma es necesario contar con agua de calidad, por tanto se realizara el monitoreo del agua potable para determinar si es apta para el consumo humano.

#### **B. Trabajo de Campo – Recolección de muestras de campo**

Se realizara el trabajo de campo en el cual se recolectaran datos de los diferentes parámetros; físicos, químicos y microbiológicos. Como también se realizara el análisis de parámetros microbiológicos en laboratorio.

#### **C. Trabajo de gabinete – Análisis de datos**

Se realizara el análisis estadístico de los resultados obtenidos del trabajo de campo, se podrá determinar las causas de una posible contaminación y recomendaciones para la mejora del servicio de agua potable.

### **3.3. DISEÑO DE INVESTIGACION**

Se empleara el diseño transversal ya que se realizara una sola medición o análisis.

### **3.4. POBLACION Y MUESTRA**

#### **3.4.1. Población**

El numero de poblacion según el Censo 2017 es 47.775 en el Distrito de Tarma (la poblacion considerada urbana en este distrito es 43.042, el resto pertenece a anexos rurales.

#### **3.4.2. Tamaño de muestra**

El tamaño de muestra se calculo en base a un muestreo aleatorio simple, utilizando el metodo no probabilistico, para tal efecto se elijieron puntos ubicados estrategicamente como en el almacenamiento y distribución de agua, de tal manera de que los resultados reflejen la calidad de agua de la localidad de Tarma.

## **3.5. TECNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS**

### **3.5.1. Técnicas**

- **Revisión de estudios:** Revisión de estudios sobre análisis de calidad de agua potable en la localidad de Tarma.
- **Tiempo de monitoreo:** 4 meses
- **Análisis de muestras de agua:** Realizado por la Bach. MELENDEZ PINO, Nataly Consuelo.
- **Monitoreo y análisis de muestra:** Visita a campo para tomar muestras de agua y realizar el análisis de material físico, químico y microbiológico

### **3.5.2. Materiales y Equipos**

#### **3.5.2.1. Durante la toma de muestras de agua potable y análisis físico - químico**

##### **Materiales**

- Libreta de campo
- Etiqueta para la identificación de frascos
- Plumón indeleble
- Frascos de vidrio esterilizados
- Agua destilada

- Caja térmica
- Frasco de boca ancha

### **Equipos**

- Cámara fotográfica
- GPS
- Multiparametro
- Turbidímetro

### **Indumentaria de protección**

- Zapato de seguridad
- Guardapolvo
- Guantes descartables
- Mascarilla
- Gorra

## **3.5.2.2. Durante el análisis microbiológico y químico**

### **Materiales**

- Libreta de apuntes
- Cajas petri
- Pinzas

- Matraz
- Filtro de membrana
- Pinzas

### **Equipos**

- Balanza analítica
- Estufa
- Equipo de filtración
- Incubadora
- Cuenta colonias
- Espectrofotómetro

### **Insumos**

- Agar (Columbia agar base, solidificante para la preparación de medios de cultivo).
- Lauryl Tryptose Broth(medio de crecimiento selectivo para los coliformes totales).
- EC Broth( medio de crecimiento selectivo para el Escherichia coli).

### **Indumentaria de protección**

- Zapato de seguridad
- Guardapolvo
- Guantes descartables
- Mascarilla
- Gorra

### **3.6. LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO**

La ciudad de Tarma se encuentra en el centro de la provincia de Tarma, departamento de Junín, a aproximadamente 230 km al este de la ciudad de Lima. Está situada a 3.050 msnm en el Valle de Tarma — formado por el río del mismo nombre— en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes. Forma parte de la cuenca hidrográfica regional del río Perené. Se encuentra en la Región Quechua, con clima templado. La temperatura media fluctúa entre los 12 °C y 23 °C. El geógrafo italiano Antonio Raimondi la llamó *Perla de los Andes*.

Las principales actividades económicas realizadas en la Ciudad de Tarma son la agricultura (sembrando principalmente la papa, maíz,



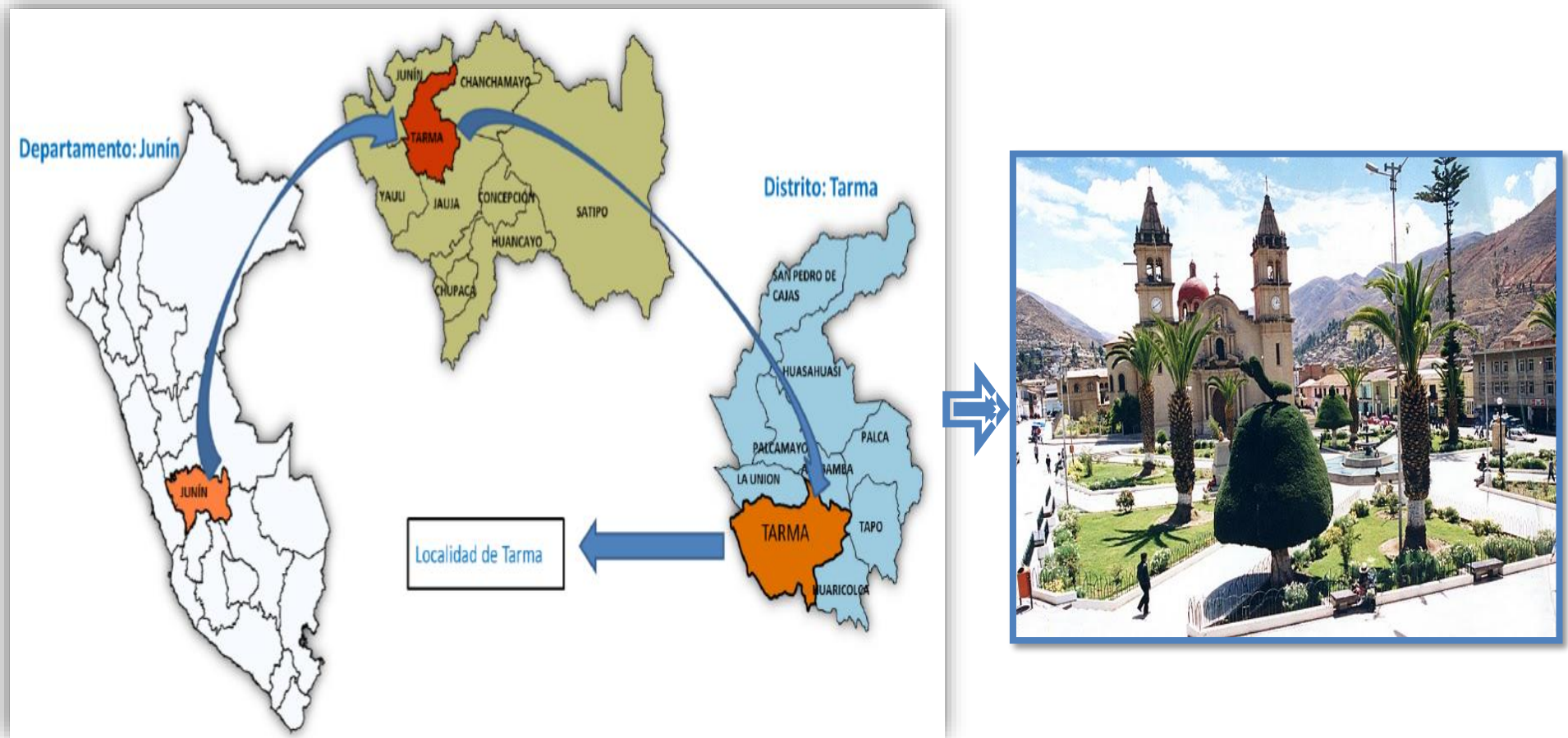
lechuga, habas y arvejas), la ganadería y la actividad comercial al por menor.

**Tabla Nº 06:** División administrativa de la Provincia de Tarma

| DISTRITOS DE LA PROVINCIA DE TARMA |
|------------------------------------|
| Tarma                              |
| Acobamba                           |
| Huaricolca                         |
| Huasahuasi                         |
| La Union                           |
| Palca                              |
| Palcamayo                          |
| San Pedro de Cajas                 |
| Tapo                               |

**Fuente:** Elaboración propia.

**Mapa N° 02:** Ubicación de la Localidad de Tarma, Distrito de Tarma, Provincia de Tarma, Departamento de Junín.



**Fuente:** SUNASS – Proyecto de Estudio Tarifario EPS SIERRA CENTRAL S.R.L

### 3.6.1. Descripción de la Localidad de Tarma

Las actividades económicas más importantes pertenecen al sector de servicios (comercio, turismo) y al sector público (administración pública, salud, educación). El comercio depende de los productos agrícolas locales, sobre todo de la floricultura y herbicultura. En la agricultura se realizan la siembra de productos importantes como papa, maíz, lechuga, habas, arvejas, entre otros. Como también se realizan siembras de flores y plantas ornamentales realizando mediante esto las alfombras de flores siendo este su principal atractivo turístico.

### 3.6.2. Ubicación de los puntos de monitoreo

Tabla N° 07: Ubicación de los puntos de monitoreo

| CODIGO DE LA MUESTRA | PUNTO DE MUESTREO           | COORDENADAS UTM |         |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|---------|
|                      |                             | E               | N       |
| P- 1                 | Reservorio San Cristobal    | 424025          | 8738619 |
| P-2                  | Hospital Felix Mayorca Soto | 424656          | 8737352 |
| P-3                  | Mercado Modelo de Tarma     | 425237          | 8738088 |

Fuente: Elaboración Propia

### **3.7. PROCEDIMIENTO DE TOMA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE Y ANÁLISIS DE MUESTRAS**

#### **3.7.1. Procedimiento de toma de muestras de agua**

Se tienen tres puntos de monitoreo. A continuación se describirá el procedimiento para la toma de muestras, conservación, transporte y almacenamiento de agua para consumo humano según el protocolo:

- Vestir la indumentaria adecuada para la toma de muestras ( guantes, gorra, mascarilla)
- Tener preparado el cooler para la preservación de las muestras, los envases de vidrio previamente esterilizados, las etiquetas para la identificación de frascos, plumón indeleble y GPS.
- Identificar el punto de muestreo, y tomar los puntos GPS.
- Limpiar y retirar del grifo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida. Abrir el grifo, hasta que alcance su flujo máximo y dejar correr el agua durante dos minutos.
- Desamarrar el cordón que ajusta la cubierta protectora de papel del frasco y proceder inmediatamente a poner esta debajo del chorro de agua.
- El recipiente de muestreo no debe llenarse completamente, el

espacio de aire es útil para la homogenización de la muestra por el laboratorio. Proceder a tapar el frasco.

- Colocar la etiqueta de identificación, en esta debe indicar el número de muestra, punto de muestreo, hora y fecha.
- Almacenar el frasco en el cooler.
- También se realizara la toma de datos de parámetros fisicoquímicos, como son la turbiedad, pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad. Para medir estos parámetros se utilizaran el Turbidímetro, Multiparametro y utilizaremos un frasco adicional.
- Para la toma de turbidez se procederá a llenar el frasco (este viene incluido en el turbidímetro), con el agua a analizar se enjuagará dos veces, en la tercera vez se tomara la muestra y se procederá al cálculo de la turbidez.
- Para la medición de la temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad se utilizara el Multiparametro. Se procede a llenar el frasco (frasco adicional) con el agua a ser analizada y se enjuagará dos veces, en la tercera vez se tomara la muestra y se procederá al cálculo de estos parámetros.
- Se procederá a realizar todos los pasos en los dos siguientes puntos.

### 3.7.2. Análisis microbiológico de muestras de agua

Para la detección de coliformes totales y coliformes fecales (E.coli) es utilizado el método de filtración por membrana, el cual es un método altamente reproducible, puede usarse para analizar volúmenes de muestra relativamente grande y se obtienen resultados en menor tiempo que con el NMP. A continuación se describirán los pasos para realizar el análisis microbiológico del agua:

- Se realiza la esterilización de los materiales a usar como son: 6 cajas de petri, 2 matraz y el equipo de filtración.
- Se procede a prepara los equipos a utilizar como son la estufa, la bomba al vacio, balanza analítica y equipo de filtración.
- Primero se realizaran la preparación de los caldos uno para el conteo de coliformes totales y el otro para el conteo de coliformes termotolerantes:
  - ✓ Para la preparación del caldo para coliformes totales se utilizara el Lauryl Tryptose Broth (es un medio de crecimiento selectivo para los coliformes totales).Primero se procederá a pesar 17.8gr del Lauryl Tryptose Broth y este se disolverá en 500ml de agua destilada expuesta al calor de una estufa. Cuando se disuelva se agregara el Agar

(Columbia agar base, es un elemento solidificante para la preparación de medios de cultivo) 21.75 gr se esperará a que de un pequeño hervor y se procederá a llenarlo en las tres cajas petri (ya que se tienen tres puntos de monitoreo).

- ✓ Para la preparación del caldo para coliformes termotolerantes se utilizara el E.C Broth (es un medio de crecimiento selectivo para los coliformes termotolerantes).Primero se procederá a pesar 18.5 gr del E.C Broth y este se disolverá en 500ml de agua destilada expuesta a el calor de una estufa. Cuando se disuelva se agregara el Agar (Columbia agar base, es un elemento solidificante para la preparación de medios de cultivo) 21.75 gr se esperara a que de un pequeño hervor y se procederá a llenarlo en las tres cajas petri (ya que se tienen tres puntos de monitoreo).
- Ahora se procederá a realizar la filtración de las muestra de agua recogida mediante el equipo de filtración y con ayuda de la bomba al vacio se realizara el proceso con mayor velocidad. Se procederá a colocar la membrana filtrante en el equipo filtrante y se pasara la muestra de agua.
- Al termino del proceso de filtración se tomara la membrana

filtrante y con una pinza se transferirá al caldo para coliformes totales que se encuentra en la caja petri (solidificado) y se procederá a taparlo inmediatamente y trasladarlo a la incubadora a 37°C por 24 horas. Se colocara otra membrana filtrante al equipo filtrante y se pasara otra vez la misma muestra de agua, al termino del proceso de filtración se tomara la membrana filtrante y con una pinza se transferirá al caldo para coliformes termotolerantes que se encuentra en la caja petri( solidificado) , se procederá a taparlo inmediatamente y trasladarlo a la incubadora a 37°C por 24 horas.

- Se realizara el mismo proceso de filtración con cada una de las dos muestras restantes, obteniendo así al final tres cajas petri para el conteo de coliformes totales y tres cajas petri para el conteo de coliformes termotolerantes.
- Estas seis cajas petri serán monitoreadas a las 24 horas de su incubación y posteriormente a las 48 horas.

### **3.7.3. Análisis químico**

Se realizara el análisis químico de los parámetros plomo, cromo, flúor, níquel, selenio y boro.



Primero se procederá a realizar la calibración del espectrofotómetro a cero con agua destilada, según el parámetro elegido, en este caso comenzaremos con fluor.

A continuación se realizara la medición con la muestra del punto 1, se realizara la medición de los demás parámetros siguiendo los mismos principios que para el parámetro flúor.

Se realizara la medición de los parámetros mencionados, para cada muestra.

**Imagen N° 03:** Medicion de los parametros quimicos por medio del Espectrofotometro



**Fuente:** Elaboración propia

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSION**

#### **4.1. TRATAMIENTO ESTADISTICO, INTERPRETACION DE CUADROS, PRESENTACION DE RESULTADOS, TABLAS Y GRAFICOS ESTADISTICOS**

Finalizado los monitoreos y el proceso de análisis en Marzo del 2019, por la Bach. MELENDEZ PINO, Nataly Consuelo se obtuvieron los siguientes resultados:

## RESERVORIO SAN CRISTOBAL – PUNTO 1

Tabla Nº 08: Datos generales – Punto 1

| RESERVORIO SAN CRISTOBAL – PUNTO 1 |                         |           |                |          |  |
|------------------------------------|-------------------------|-----------|----------------|----------|--|
| Coordenadas UTM                    | Hora de toma de muestra | Altura    | Temperatura °C | O.D mg/L |  |
| 18 L E 0424025<br>N 8738619        | 12:01 pm                | 3229 msnm | 17,05          | 2,04     |  |

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 09: Resultado Microbiológico de la calidad del agua – Punto 1

| RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 1 |   |
|--|---|
| MICROBIOLÓGICO                                       |   |
| Coliformes Totales (UFC/100 mL)                      | Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL) |
| 37   | 0                                       |

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 10: Resultado físico químico de la calidad del agua – Punto 1

| RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 1 |            |                 |                         |      |
|--|------------|-----------------|-------------------------|------|
| FISICO – QUIMICO                                     |            |                 |                         |      |
| Sabor  | Olor       | Turbiedad (UNT) | Conductividad (µmho/cm) | pH   |
| Acceptable   | Acceptable | 0,98            | 612                     | 7,13 |

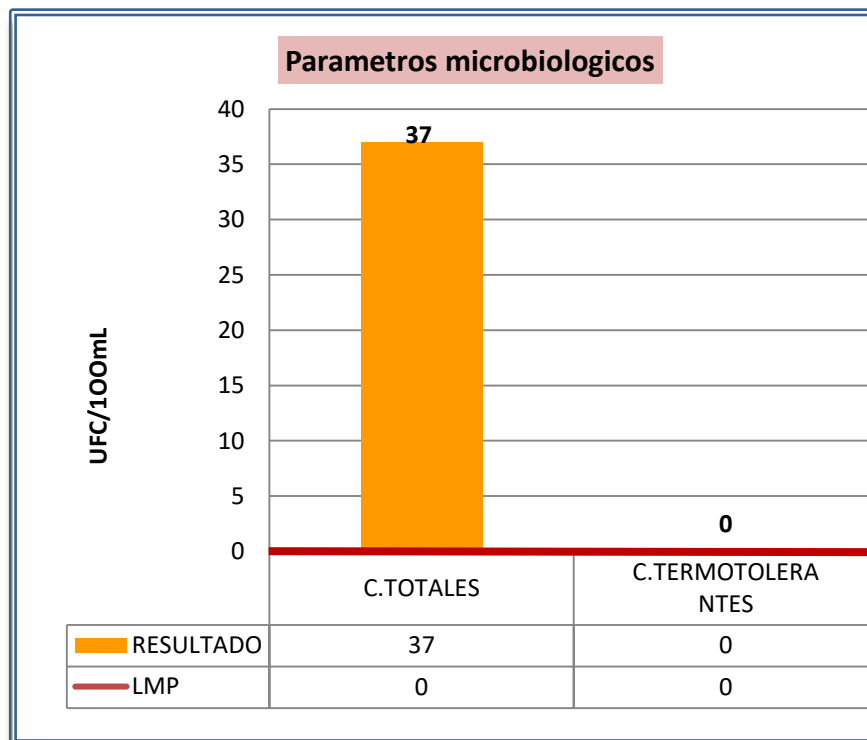
Fuente: Elaboracion propia

**Tabla Nº 11:** Resultado químico inorganico de la calidad del agua del Punto 1

| <b>RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 1</b> |                                  |                                       |                            |                             |                         |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>PARAMETROS QUIMICOS INORGANICOS</b>                      |                                  |                                       |                            |                             |                         |
| <b>Plomo<br/>(mg Pb/L)</b>                                  | <b>Cromo total<br/>(mg Cr/L)</b> | <b>Fluor<br/>(mg F<sup>-</sup>/L)</b> | <b>Niquel<br/>(mgNi/L)</b> | <b>Selenio<br/>(mgSe/L)</b> | <b>Boro<br/>(mgB/L)</b> |
| 0,001   | 0,000                            | 0,270                                 | 0,000                      | 0,010                       | 0,100                   |

**Fuente:** Elaboracion propia

**Grafico Nº 01:** Resultado del analisis para los coliformes totales y los coliformes termotolerantes – Punto 1

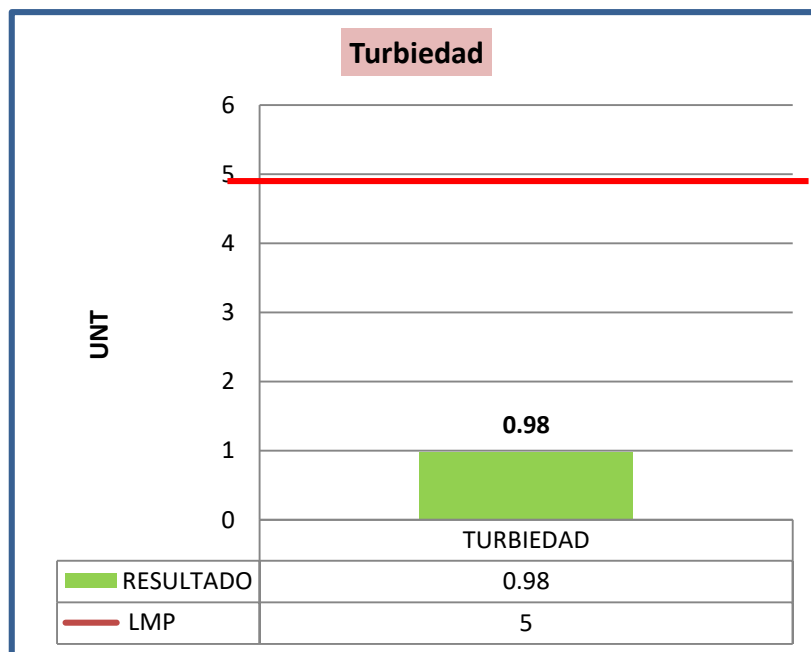


**Fuente:** Elaboracion propia

### Interpretación:

**Grafico N° 01** se observa el resultado de los parámetros microbiológicos. Se tiene que el resultado de los Coliformes Totales es igual a 37 UFC/100mL y Coliformes Termotolerantes es de 0 UFC/100mL. El límite máximo permisible según la normativa para Coliformes Totales es de 0 UFC/100mL y para Coliformes Termotolerantes de 0 UFC/100mL, concluyendo en que el parámetro Coliformes Totales esta fuera del Límite Máximo Permisible, es decir que el agua no es apta para el consumo humano directo lo que indicaría que el sistema de tratamiento de agua potable no está siendo aplicada de manera eficiente.

**Grafico N° 02:** Resultado del analisis para la turbiedad – Punto 1

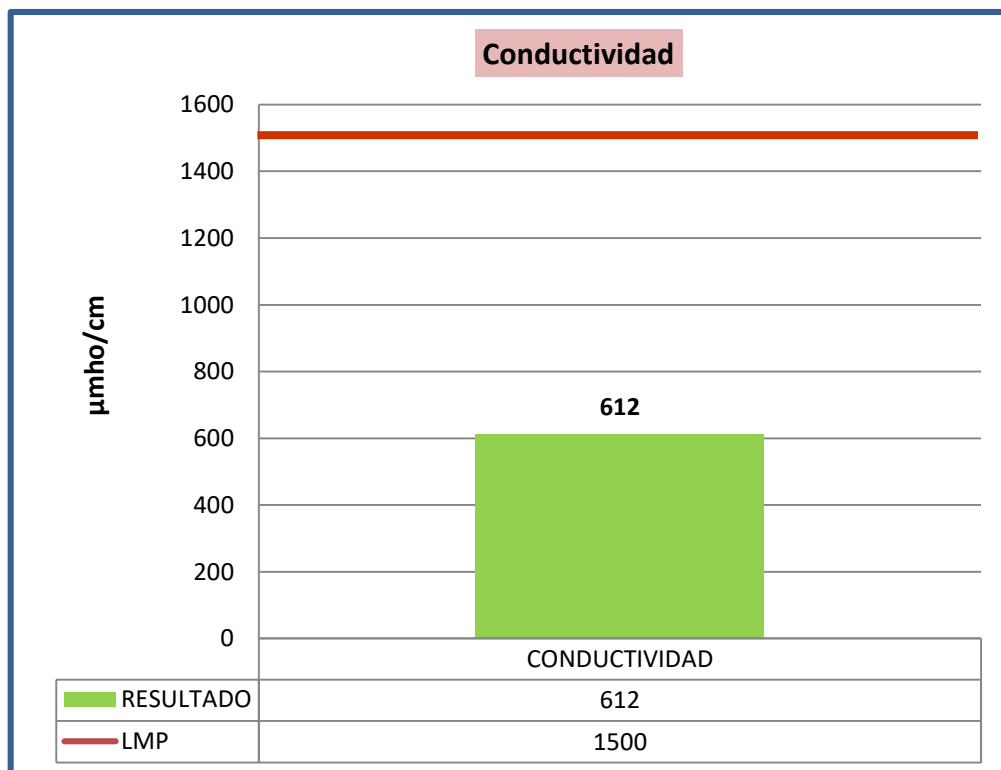


Fuente: Elaboracion propia

**Interpretacion:**

**Grafico N° 02** se observa el resultado para el parámetro turbiedad. Donde el resultado es de 0,98 UNT y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 5 UNT. Concluyendo en que la turbiedad se encuentra dentro de los Limite Máximo Permissible, y por el resultado indica que contiene una mínima cantidad de materia en suspensión.

**Grafico N° 03:** Resultado del analisis para la conductividad – Punto 1

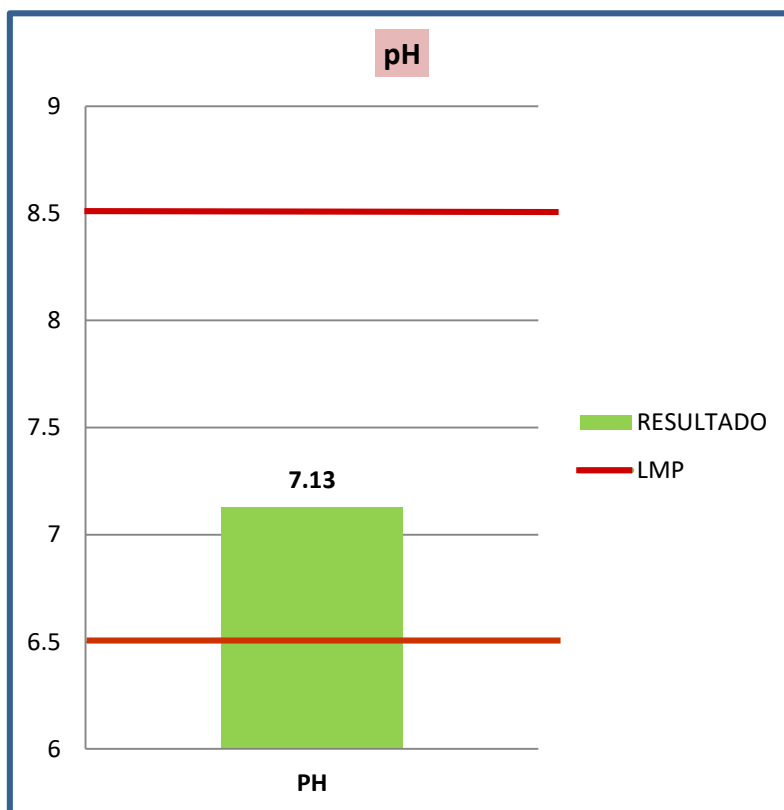


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico N° 03** se observa el resultado para el parámetro conductividad. Donde el resultado es de 612  $\mu\text{mho/cm}$  y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de 1500  $\mu\text{mho/cm}$ . Concluyendo en que la conductividad se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible, indicando que tiene una menor cantidad de iones por tanto una mayor pureza.

**Grafico N° 04:** Resultado del análisis para el pH – Punto 1

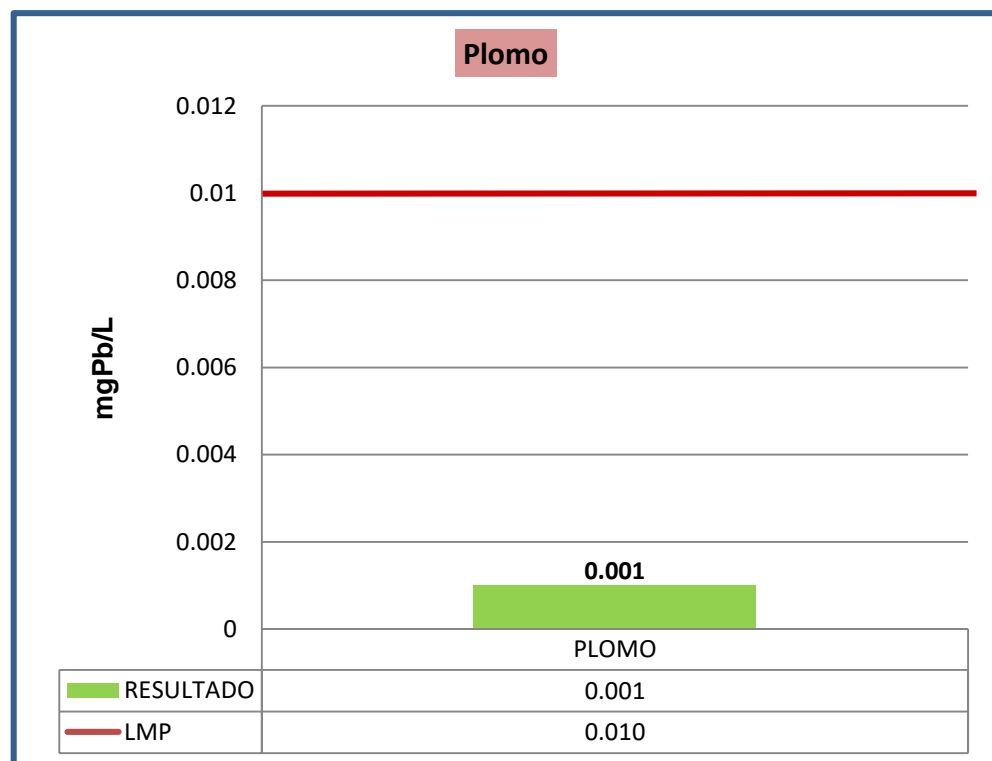


**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

**Gráfico N° 04** se puede observar el resultado para el parámetro pH. Donde el resultado es de 7,13 y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 6,5 a 8,5. Concluyendo en que el pH se encuentra dentro del Límite máximo Permissible. El pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8.

**Gráfico N° 05:** Resultado del análisis para el plomo



– Punto 1

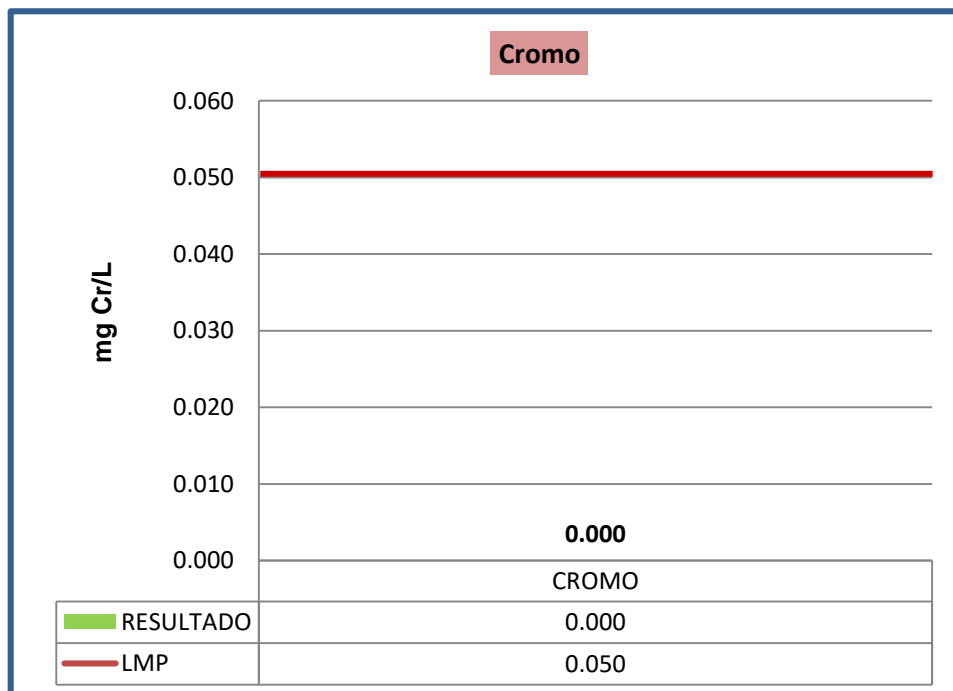
**Fuente:** Elaboración propia



**Interpretación:**

**Grafica N° 05** se puede observar el resultado para el parámetro plomo. Donde el resultado es de 0,001 mg/L y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 0,010 mg/L. Concluyendo en que el plomo se encuentra dentro de lo normado, la presencia de plomo fuera de los límites máximos permisibles generaría problemas serios en la salud.

**Gráfico N° 06:** Resultado del análisis para el cromo – Punto 1

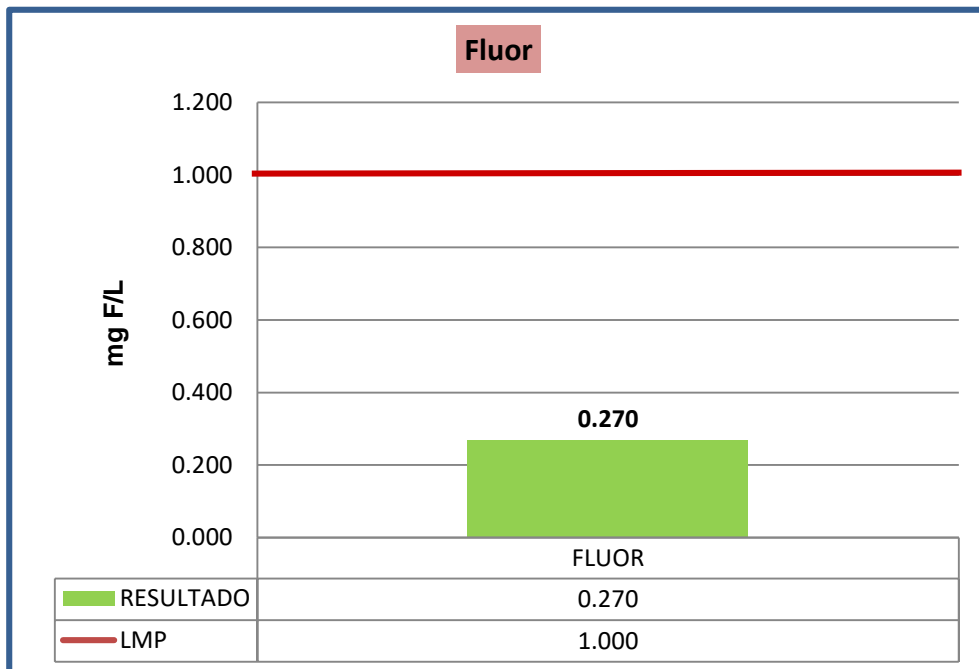


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico Nº 06** se puede observar el resultado para el parámetro cromo. Donde el resultado es de 0,000 mg/L y el Límites Máximos Permisibles para este parámetro es de 0,050 mg/L. Concluyendo en que el cromo se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles y se encuentra libre de esta sustancia ya que no se la encontró en el agua analizada.

**Gráfico Nº 07:** Resultado del análisis para el flúor – Punto 1

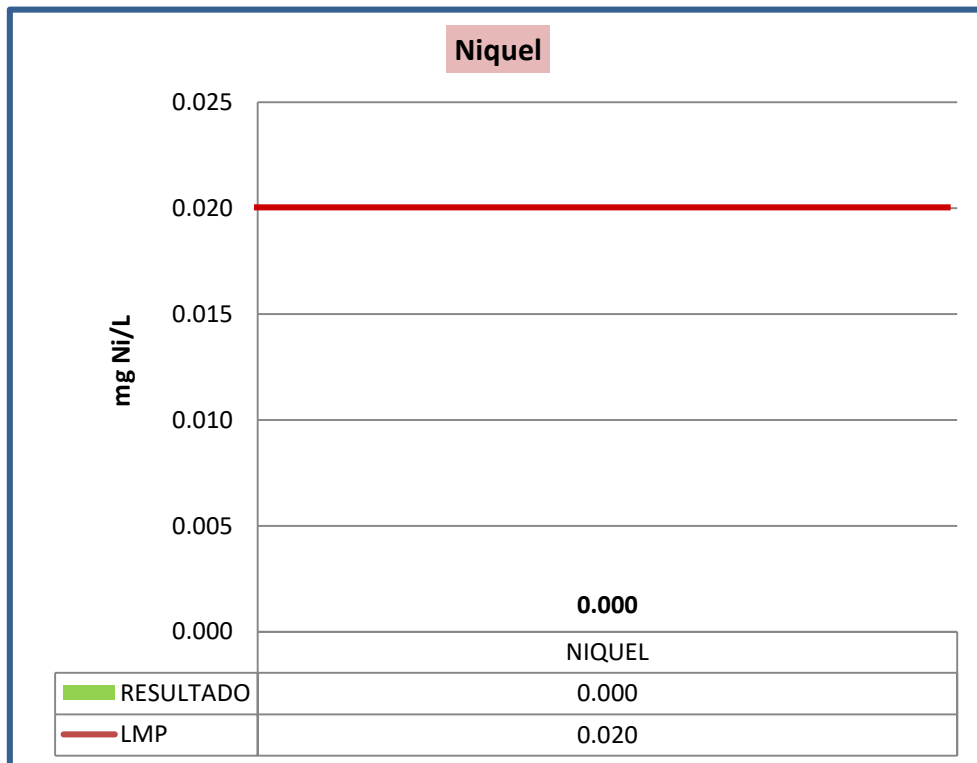


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico N° 07** se puede observar el parámetro flúor. Donde el resultado es de 0,270 mg/L y el Límites Máximos Permisibles para este parámetro es de 1,000 mg/L. Concluyendo en que el flúor se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles.

**Grafico N° 08:** Resultados del analisis para el niquel – Punto 1

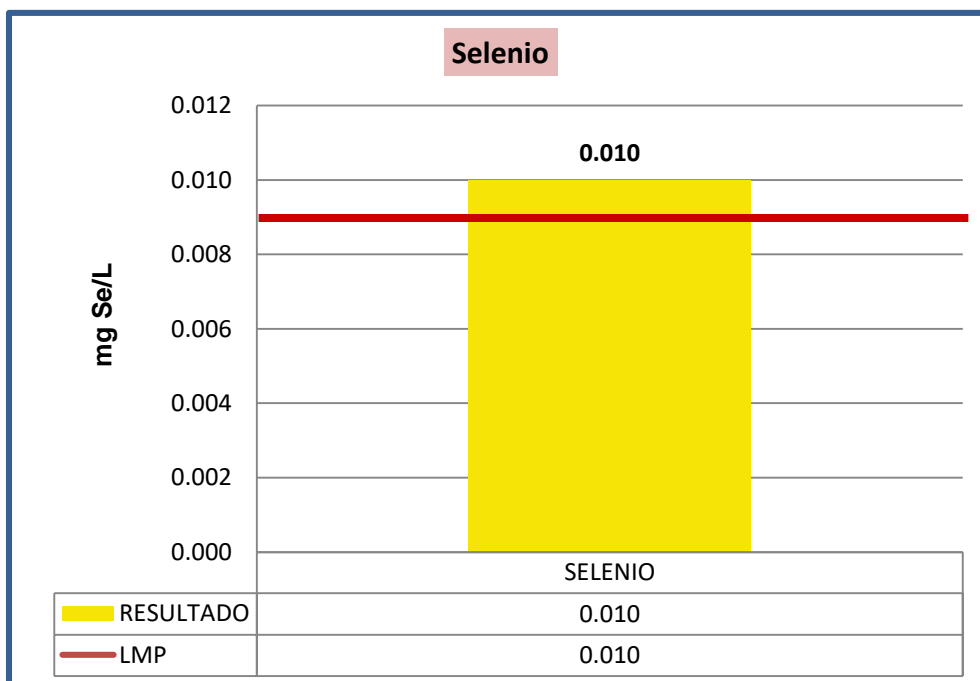


**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

**Grafico N° 08:** Se puede observar el parámetro níquel. Donde el resultado es de 0,000 mg/L y el Límite Máximo Permissible es de 0,020 mg/L. Concluyendo en que el níquel está dentro del Límite Máximo Permissible y se encuentra libre de la presencia de esta sustancia. El exceso de esta sustancia provocaría fallos respiratorios como también asma, bronquitis crónica y desordenes del corazón.

**Grafica N° 09:** Resultado del análisis para el selenio – Punto 1

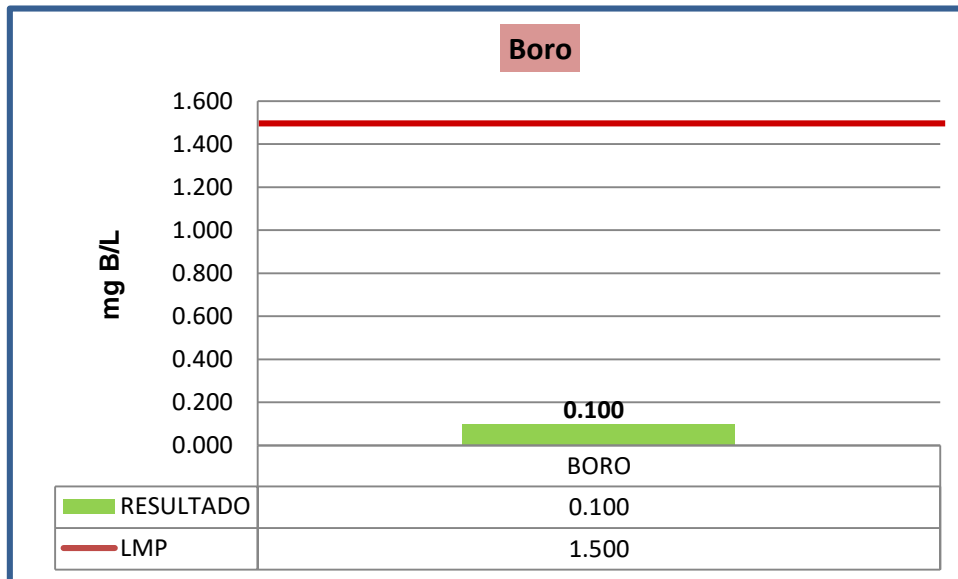


Fuente: Elaboración propia

### Interpretación:

**Grafico N° 09:** se puede observar el parámetro selenio. Donde el resultado es de 0,010 mg/L y el Límite Máximo Permissible es de 0,010 mg/L. Concluyendo en que el selenio cumple con lo normado pero se debe de tomar medidas de mitigación ya que esta cerca de sobrepasar el Límite Máximo Permissible. Los efectos sobre la salud de las diversas formas del selenio pueden variar de pelo quebradizo y uñas deformadas, a sarpullidos, calor, hinchamiento de la piel y dolores agudos.

**Grafico N° 10:** Resultado del análisis para el boro – Punto 1



Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico N° 10** se puede observar el parámetro boro. Donde el resultado es de 0,100 mg/L y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 1,500 mg/L. Concluyendo en que el boro se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles. El exceso del boro podría causar infección en el estómago, hígado, riñones y cerebro y puede eventualmente llevar a la muerte. Cuando la exposición es con pequeñas cantidades de Boro tiene lugar la irritación de la nariz, garganta y ojos.

**HOSPITAL FELIX MAYORCA SOTO – PUNTO 2**

**Tabla N° 12:** Datos generales – Punto 2

| <b>RESERVORIO SAN CRISTOBAL – PUNTO 2</b> |                                |               |                       |                 |
|---|--------------------------------|---------------|-----------------------|-----------------|
| <b>Coordenadas UTM</b>                    | <b>Hora de toma de muestra</b> | <b>Altura</b> | <b>Temperatura °C</b> | <b>O.D mg/L</b> |
| 18L E 0424656<br>N 8737352                | 01:26 pm                       | 3089 msnm     | 18,61                 | 1,99            |

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla Nº 13:** Resultado microbiológico de la calidad del agua – Punto 2

| <b>RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 2</b> |  |
|---|--|
| <b>MICROBIOLOGICO</b>                                       |  |
| <b>Coliformes Totales (UFC/100 mL)</b>                      | <b>Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL)</b> |
| 43  | 0  |

**Fuente:** Elaboracion propia

| <b>RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 2</b> |             |                        |                                |           |
|---|-------------|------------------------|--------------------------------|-----------|
| <b>FISICO – QUIMICO</b>                                     |             |                        |                                |           |
| <b>Sabor</b>  | <b>Olor</b> | <b>Turbiedad (UNT)</b> | <b>Conductividad (µmho/cm)</b> | <b>pH</b> |
| Aceptable   | Aceptable   | 1,01                   | 625                            | 7,17      |

**Tabla Nº 14:** Resultado fisico quimico de la calidad del agua – Punto 2

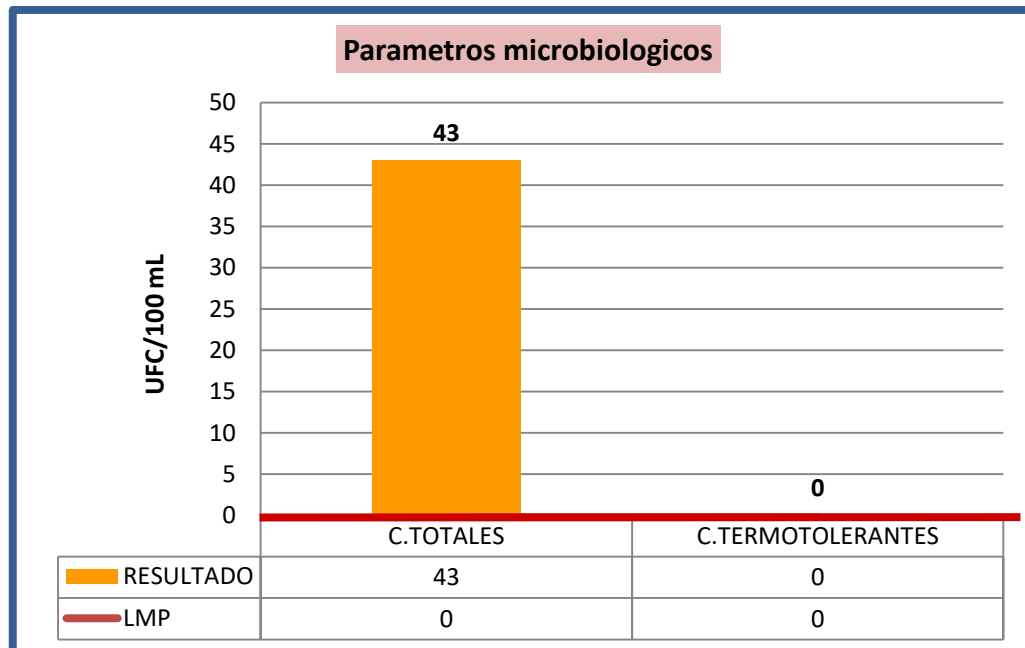
**Fuente:** Elaboracion propia

**Tabla Nº 15:** Resultado quimico inorganico de la calidad del agua – Punto 2

| <b>RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 2</b> |                              |                                   |                        |                         |                     |
|---|------------------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|---------------------|
| <b>PARAMETROS QUIMICOS INORGANICOS</b>                      |                              |                                   |                        |                         |                     |
| <b>Plomo (mg Pb/L)</b>                                      | <b>Cromo total (mg Cr/L)</b> | <b>Fluor (mg F<sup>-</sup>/L)</b> | <b>Niquel (mgNi/L)</b> | <b>Selenio (mgSe/L)</b> | <b>Boro (mgB/L)</b> |
| 0,002   | 0,000                        | 0,010                             | 0,009                  | 0,007                   | 0,000               |

**Fuente:** Elaboracion propia

**Grafico N° 11:** Resultado del análisis para los coliformes totales y los coliformes termotolerantes – Punto 2



Fuente: Elaboración propia

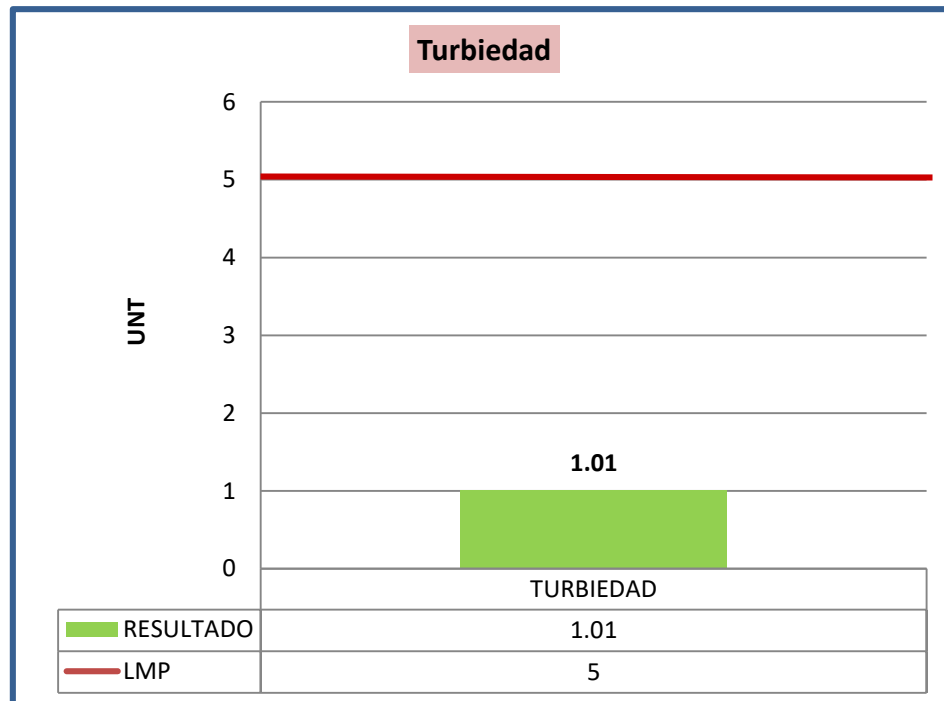
**Interpretación:**

**Grafico N° 11** se observa el resultado del los parámetros microbiológico. Se tiene que el resultado de los Coliformes Totales es igual a 43 UFC/100mL y Coliformes Termotolerantes es de 0 UFC/100mL. El límite máximo permisible según la normativa para Coliformes Totales es de 0 UFC/100mL y para Coliformes Termotolerantes de 0 UFC/100mL, concluyendo en que los Coliformes Totales esta fuera del Límite Máximo Permisible, es decir que el agua no es apta para el consumo humano directo lo que indicaría que el



sistema de tratamiento de agua potable no está siendo aplicada de manera eficiente.

**Grafico N° 12:** Resultado del análisis para la turbiedad – Punto 2

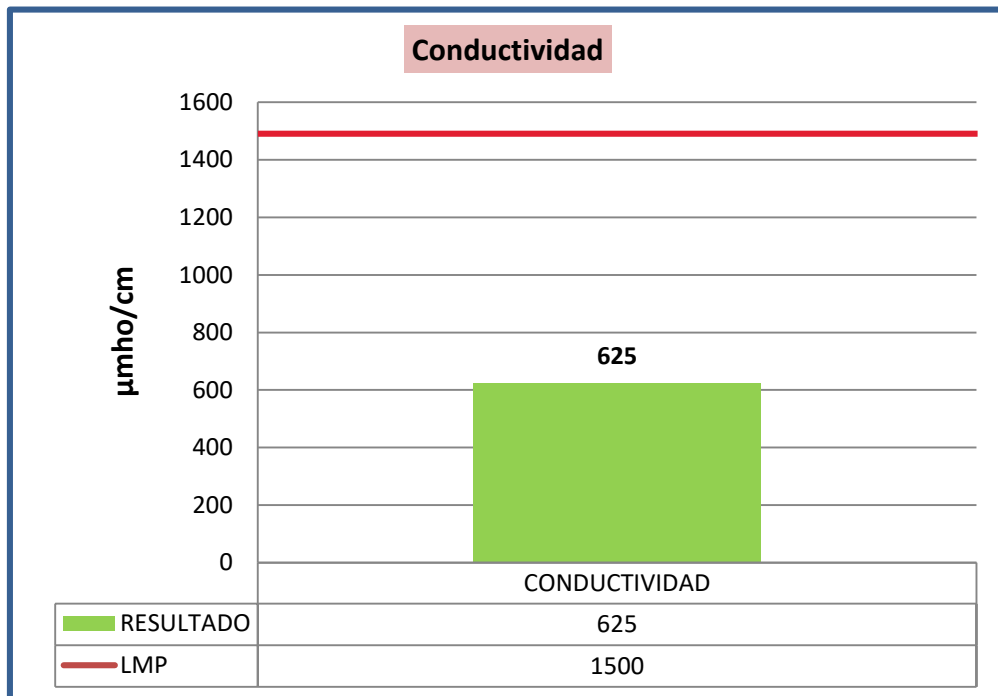


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico N° 12** se observa el resultado para el parámetro turbiedad. Donde el resultado es de 1,01 UNT y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 5 UNT. Concluyendo en que la turbiedad se encuentra dentro de los Limite Máximo Permissible, y por el resultado indica que contiene una mínima cantidad de materia en suspensión.

**Grafico N° 13:** Resultado del análisis para la conductividad – Punto 2

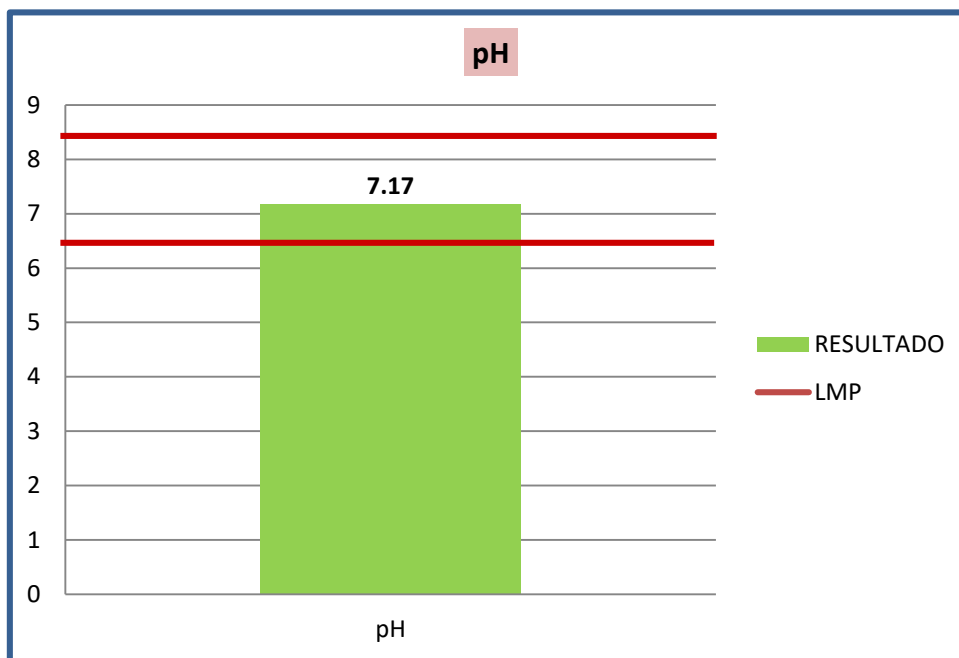


Fuente: Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico N° 13** se observa el resultado para el parámetro conductividad. Donde el resultado es de 625  $\mu\text{mho/cm}$  y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de 1500  $\mu\text{mho/cm}$ . Concluyendo en que la conductividad se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible, indicando que tiene una menor cantidad de iones por tanto una mayor pureza.

**Grafico N° 14:** Resultado del análisis para el pH – Punto 2

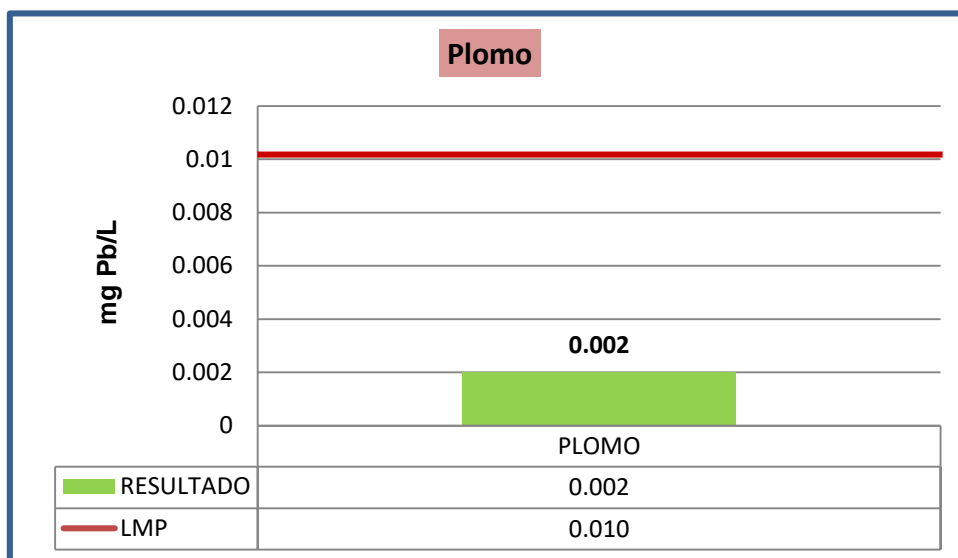


**Fuente:** Elaboración propia

### **Interpretación:**

**Grafico N° 14** se puede observar el resultado para el parámetro pH. Donde el resultado es de 7,17 y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 6,5 a 8,5. Concluyendo en que el pH se encuentra dentro del Límite máximo Permissible. El pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8.

**Gráfico N° 15:** Resultado del análisis para el plomo – Punto 2

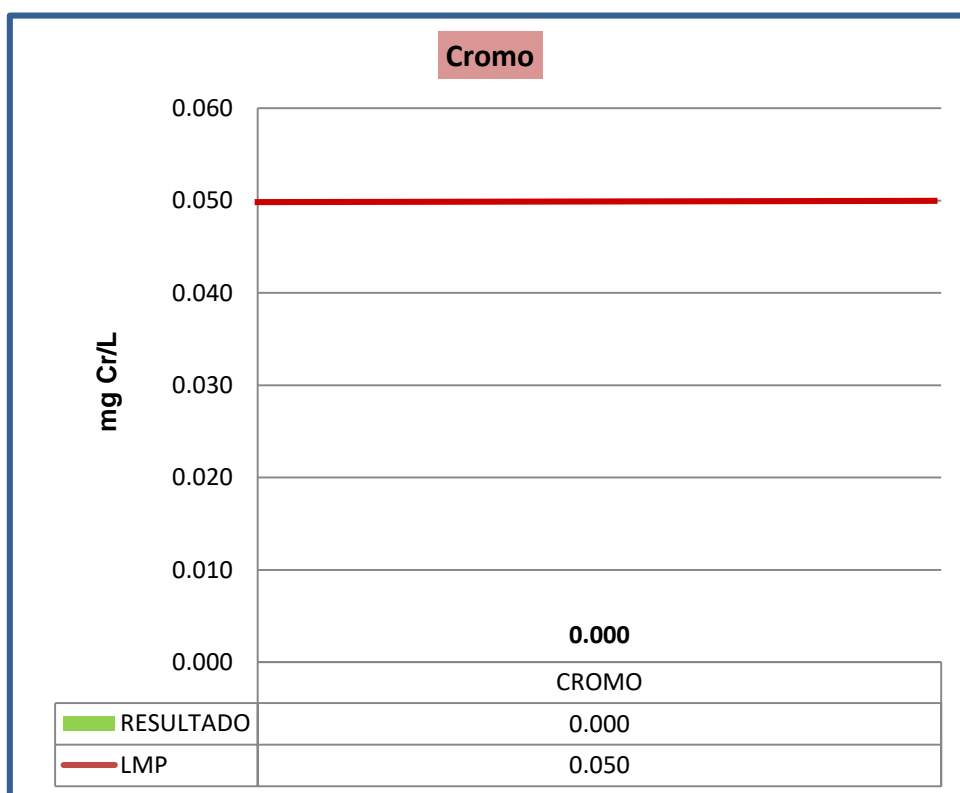


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafica N° 15** se puede observar el resultado para el parámetro plomo. Donde el resultado es de 0,002 mg/L y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de 0,010 mg/L. Concluyendo en que el plomo se encuentra dentro de lo normado, la presencia de plomo fuera de los límites máximos permisibles generaría problemas serios en la salud.

**Gráfico N° 16:** Resultado del análisis para el cromo – Punto 2

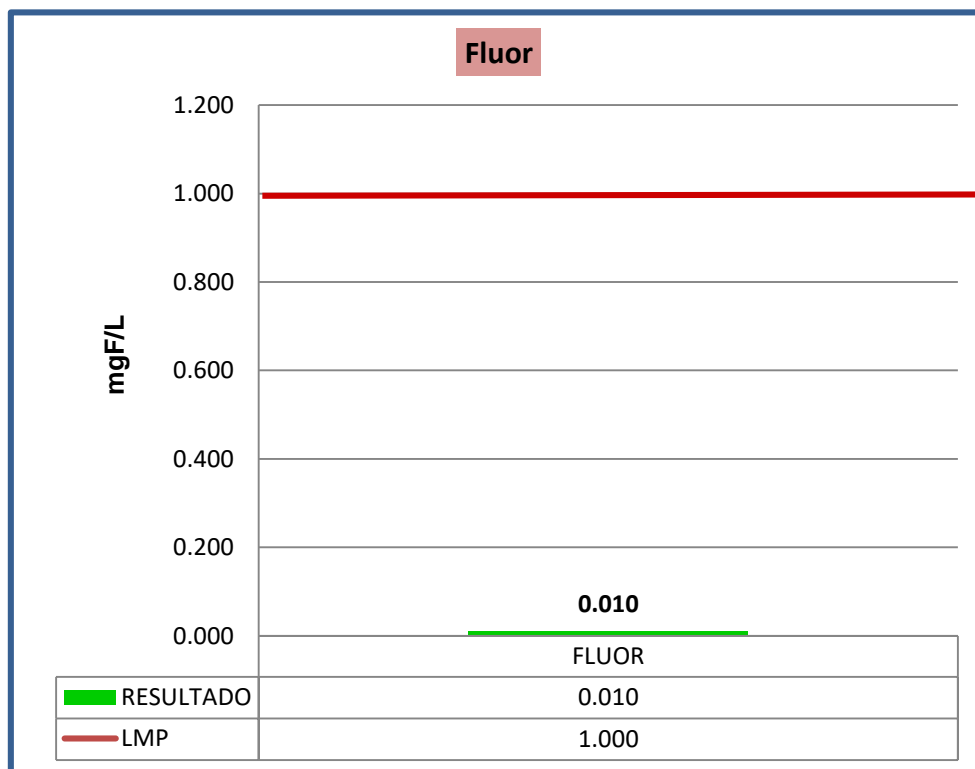


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Gráfico N° 16** se puede observar el resultado para el parámetro cromo. Donde el resultado es de 0,000 mg/L y el Límites Máximos Permisibles para este parámetro es de 0,050 mg/L. Concluyendo en que el cromo se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles y se encuentra libre de esta sustancia ya que no se la encontró en el agua analizada.

**Gráfico N° 17:** Resultado del análisis para el flúor – Punto 2

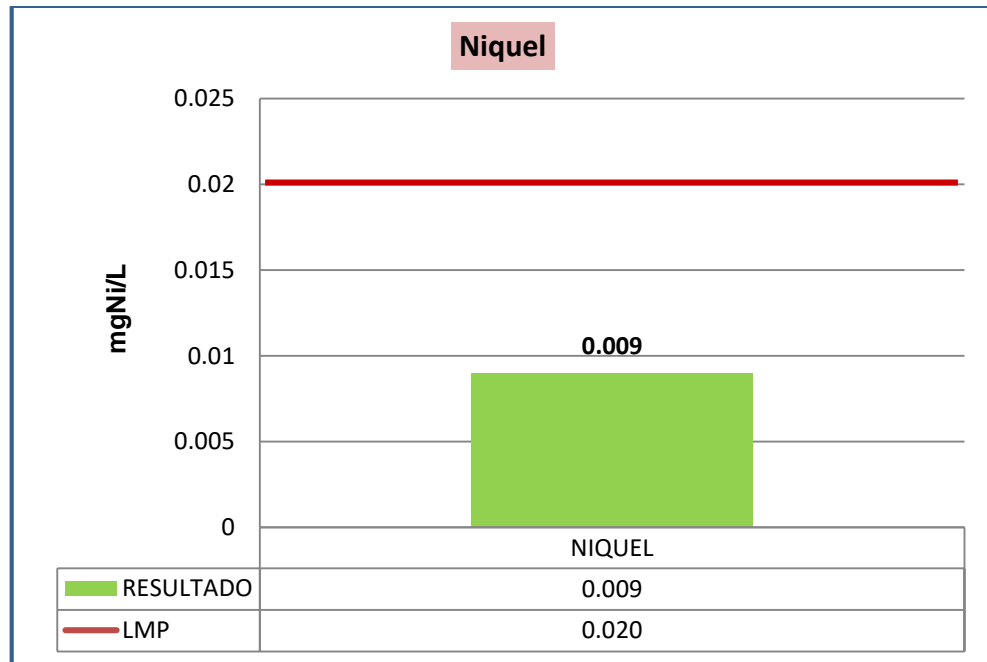


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Gráfico N° 17** se puede observar el parámetro flúor. Donde el resultado es de 0,010 mg/L y el Límites Máximos Permisibles para este parámetro es de 1,000 mg/L. Concluyendo en que el flúor se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles.

**Gráfico N° 18:** Resultado del análisis para el níquel – Punto 2

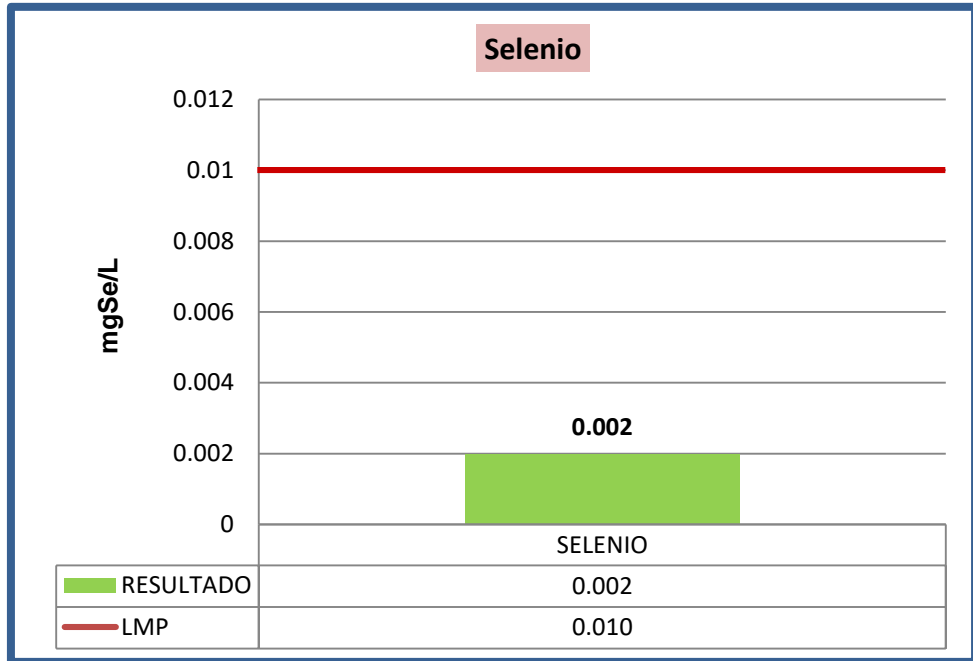


**Fuente:** Elaboración propia

### **Interpretación:**

**Gráfico N° 18** se puede observar el parámetro níquel. Donde el resultado es de 0,009 mg/L y el Límite Máximo Permisible es de 0,020 mg/L. Concluyendo en que el níquel está dentro del Límite Máximo Permisible y se encuentra libre de la presencia de esta sustancia. El exceso de esta sustancia provocaría fallos respiratorios como también asma, bronquitis crónica y desordenes del corazón.

**Gráfico N° 19:** Resultado del análisis para el selenio – Punto 2



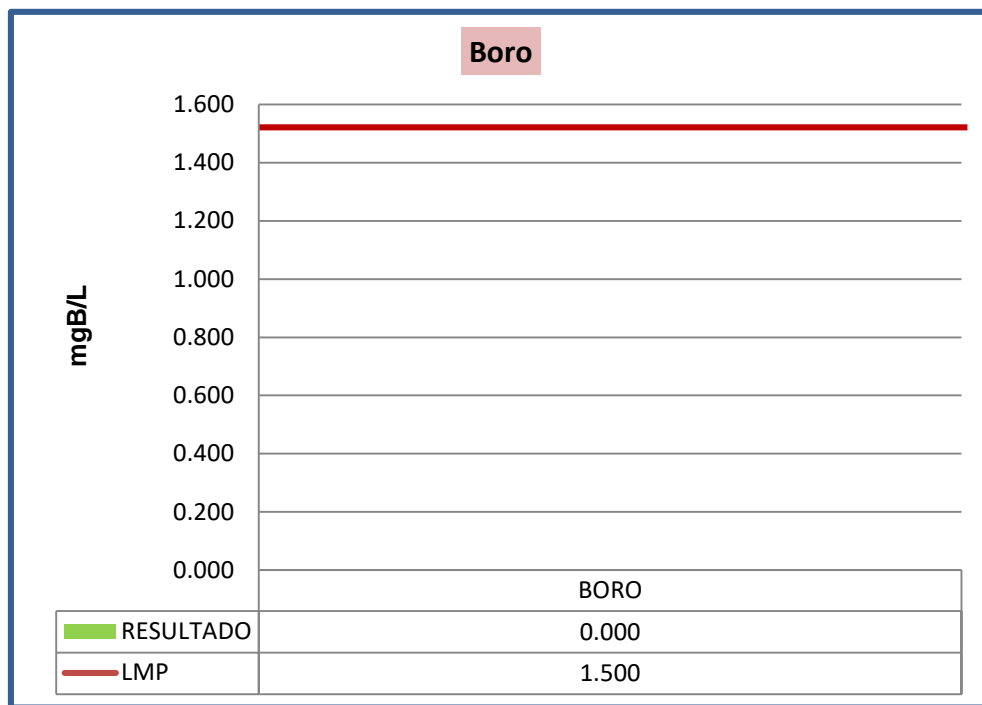
**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Grafico N° 19** se puede observar el parámetro selenio. Donde el resultado es de 0,002 mg/L y el Límite Máximo Permisible es de 0,010 mg/L. Concluyendo en que el selenio cumple el Límite Máximo Permisible. Los efectos sobre la salud de las diversas formas del selenio pueden variar de pelo quebradizo y uñas deformadas, a sarpullidos, calor, hinchamiento de la piel y dolores agudos.



**Gráfico N° 20:** Resultados del análisis para el boro – Punto 2



**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Gráfico N° 20** se puede observar el parámetro boro. Donde el resultado es de 0,000 mg/L y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de 1,500 mg/L. Concluyendo en que el boro se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles. El exceso del boro podría causar infección en el estómago, hígado, riñones y cerebro y puede eventualmente llevar a la muerte.

## MERCADO MODELO DE TARMA – PUNTO 3

Tabla Nº 16: Datos generales – Punto 3

| RESERVORIO SAN CRISTOBAL – PUNTO 3 |                         |           |                |          |
|------------------------------------|-------------------------|-----------|----------------|----------|
| Coordenadas UTM                    | Hora de toma de muestra | Altura    | Temperatura °C | O.D mg/L |
| 18 L E 0425237<br>N 8738088        | 03:20 pm                | 3038 msnm | 16,27          | 2,06     |

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 17: Resultado microbiológico de la calidad del agua – Punto 3

| RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 3 |   |
|--|---|
| MICROBIOLÓGICO                                       |   |
| Coliformes Totales (UFC/100 mL)                      | Coliformes Termotolerantes (UFC/100 mL) |
| 33   | 0                                       |

Fuente: Elaboración propia

Tabla Nº 18: Resultado físico químico de la calidad del agua – Punto 3

| RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 3 |           |                 |                         |      |
|--|-----------|-----------------|-------------------------|------|
| FÍSICO – QUÍMICO                                     |           |                 |                         |      |
| Sabor  | Olor      | Turbiedad (UNT) | Conductividad (µmho/cm) | pH   |
| Aceptable  | Aceptable | 3,00            | 643                     | 7,78 |

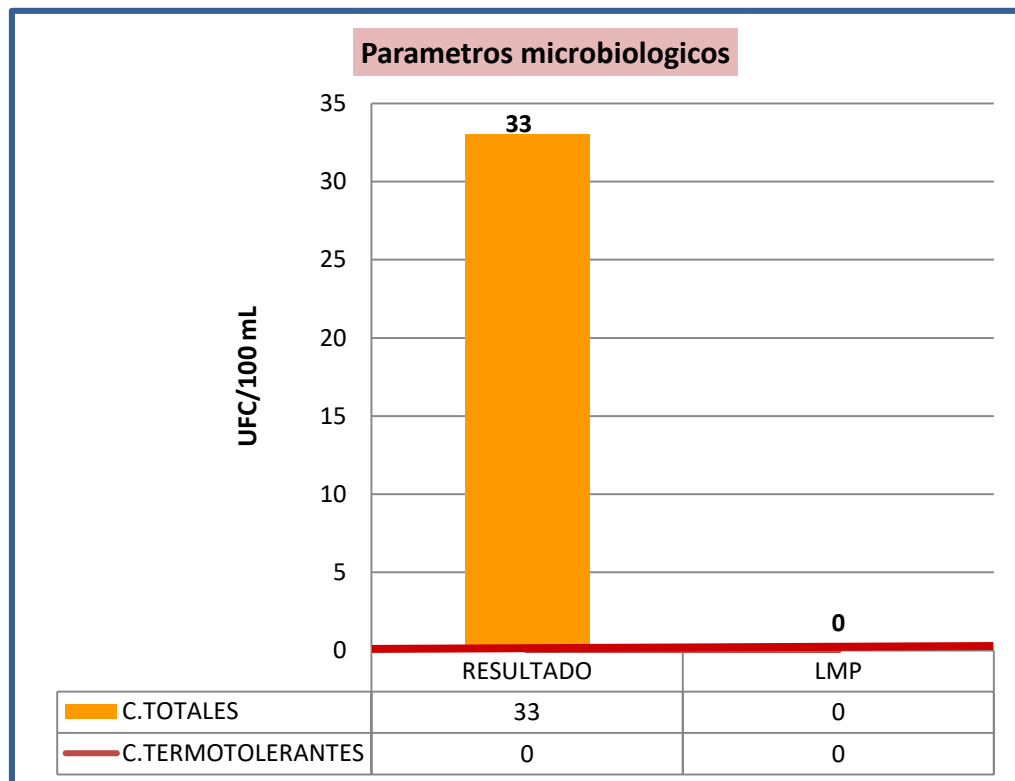
Fuente: Elaboración propia

**Tabla Nº 19:** Resultado químico inorgánico de la calidad del agua – Punto 3

| <b>RESULTADO DE CALIDAD DE LA MUESTRA DE AGUA – PUNTO 3</b> |                                  |                                       |                            |                             |                         |
|---|----------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| <b>PARAMETROS QUIMICOS INORGANICOS</b>                      |                                  |                                       |                            |                             |                         |
| <b>Plomo<br/>(mg Pb/L)</b>                                  | <b>Cromo total<br/>(mg Cr/L)</b> | <b>Fluor<br/>(mg F<sup>-</sup>/L)</b> | <b>Niquel<br/>(mgNi/L)</b> | <b>Selenio<br/>(mgSe/L)</b> | <b>Boro<br/>(mgB/L)</b> |
| 0,001   | 0,000                            | 0,070                                 | 0,020                      | 0,010                       | 0,100                   |

**Fuente:** Elaboracion Propia

**Gráfico Nº 21:** Resultado del análisis para los coliformes totales y los coliformes termotolerantes – Punto 3

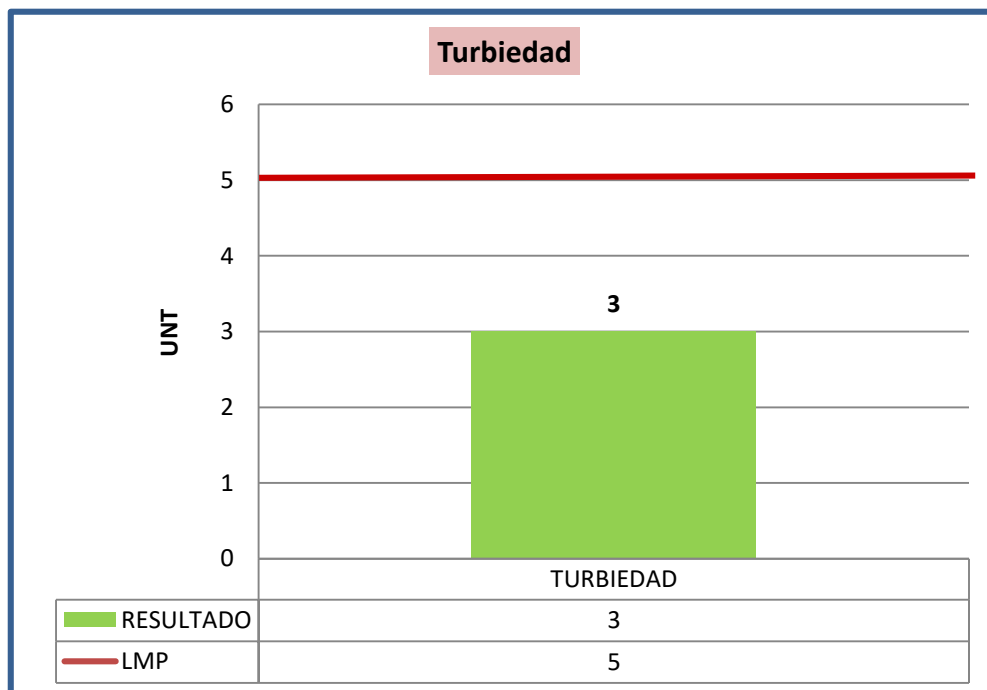


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Gráfico N° 21** se observa el resultado de los parámetros microbiológico. Se tiene que el resultado de los Coliformes Totales es igual a 33 UFC/100mL y Coliformes Termotolerantes es de 0 UFC/100mL. El límite máximo permisible según la normativa para Coliformes Totales es de 0 UFC/100mL y para Coliformes Termotolerantes de 0 UFC/100mL, concluyendo en que el parámetro Coliformes Totales esta fuera del Límite Máximo Permisible, indicando que el sistema de tratamiento de agua potable no está siendo aplicada de manera eficiente.

**Gráfico N° 22:** Resultado del análisis para la turbiedad – Punto 3

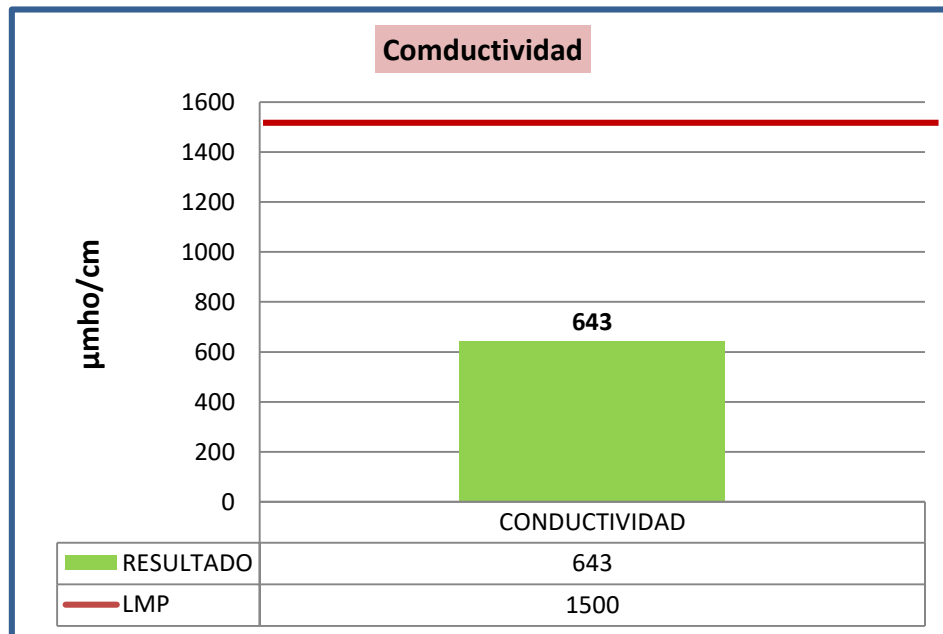


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretacion:**

**Gráfico N° 22** se observa el resultado para el parámetro turbiedad. Donde el resultado es de 3 UNT y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de 5 UNT. Concluyendo en que la turbiedad se encuentra dentro de los Límite Máximo Permisible. Esta muestra de agua contiene materias en suspensión ya sea orgánica o inorgánica pero en cantidades que según la normativa no perjudican la salud de los consumidores.

**Gráfico N° 23:** Resultado del análisis para la conductividad – Punto 3

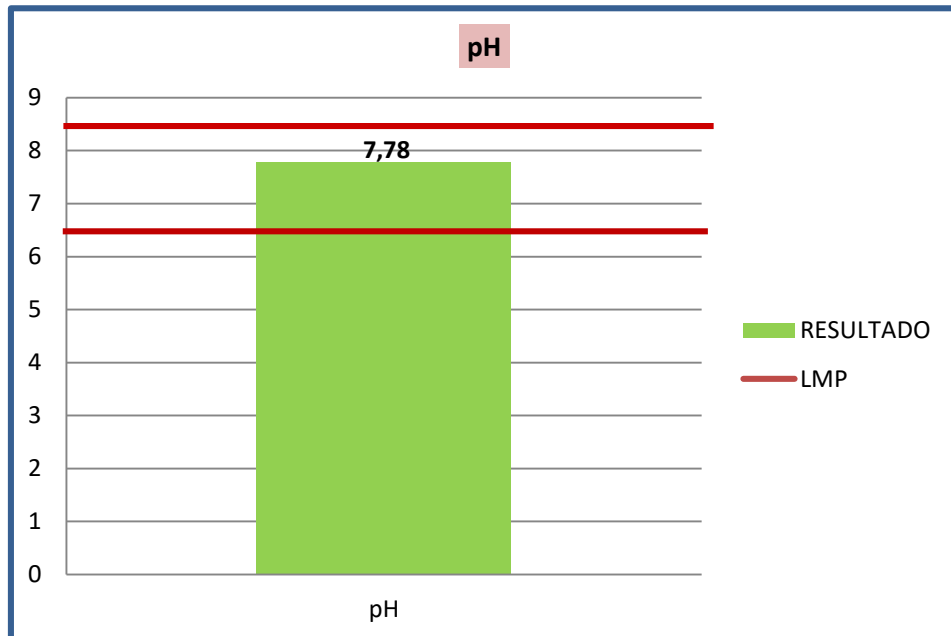


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Gráfico N° 23** se observa el resultado para el parámetro conductividad. Donde el resultado es de 643  $\mu\text{mho/cm}$  y el Límite Máximo Permisible para esta sustancia es de 1500  $\mu\text{mho/cm}$ . Concluyendo en que la conductividad se encuentra dentro del Límite Máximo Permisible, indicando que tiene una menor cantidad de iones por tanto una mayor pureza.

**Gráfico N° 24:** Resultado del análisis para el pH – Punto 3

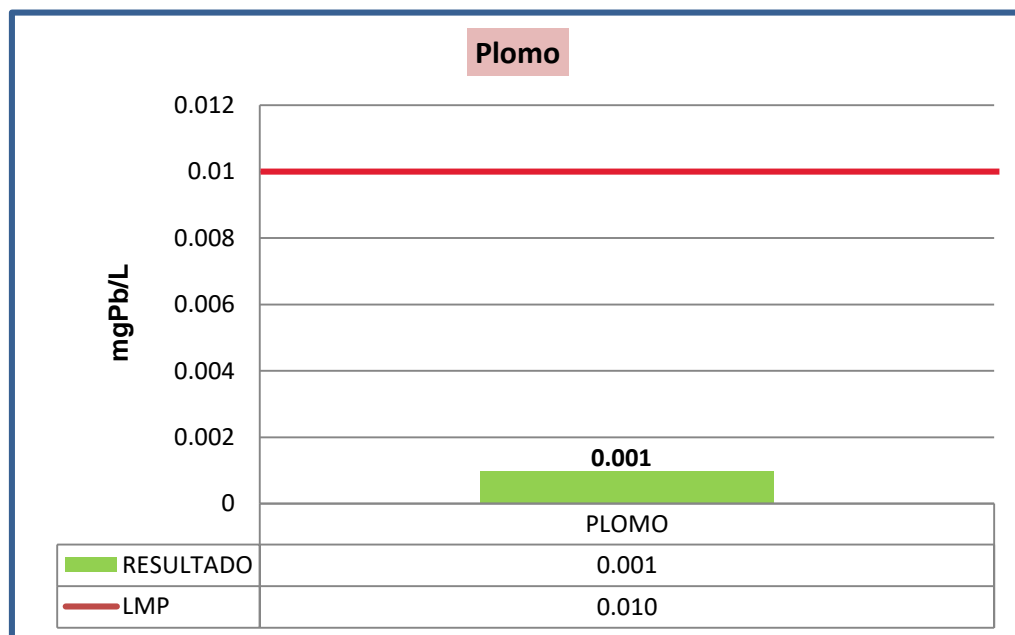


**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

**Gráfico N° 24** se puede observar el resultado para el parámetro pH. Donde el resultado es de 7,78 y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 6,5 a 8,5. Concluyendo en que el pH se encuentra dentro del Límite máximo Permissible. El pH no ejerce efectos directos en los consumidores, es uno de los parámetros indicadores de la calidad del agua. Para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8.

**Gráfico N° 25:** Resultado del análisis para el plomo – Punto 3

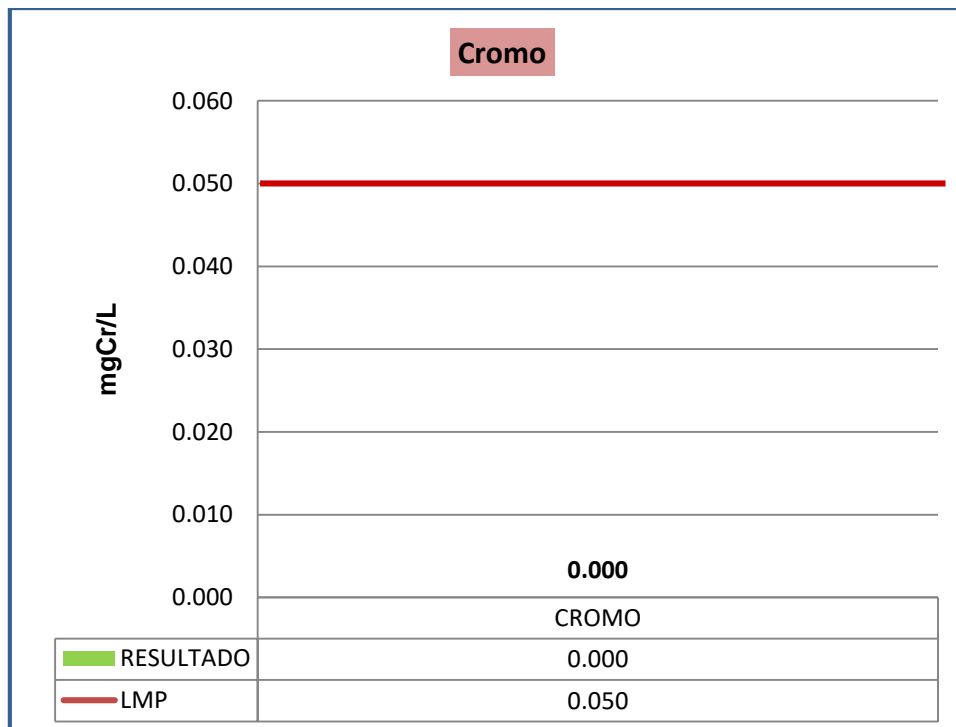


Fuente: Elaboración propia

### Interpretación:

**Grafica N° 25** se puede observar el resultado para el parámetro plomo. Donde el resultado es de 0,001 mg/L y el Límite Máximo Permissible para este parámetro es de 0,010 mg/L. Concluyendo en que el plomo se encuentra dentro de lo normado, la presencia de plomo fuera de los límites máximos permisibles generaría problemas serios en la salud ya que es un elemento tóxico no esencial, con capacidad de bioacumulación.

**Gráfico N° 26:** Resultado del análisis para el cromo – Punto 3



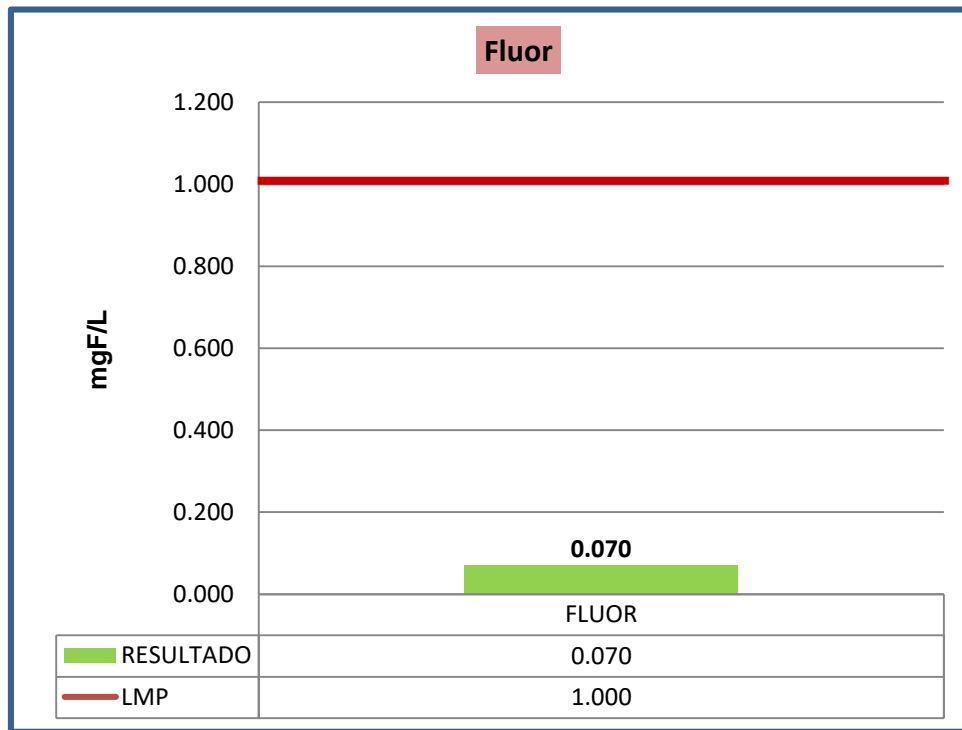
**Fuente:** Elaboración propia



**Interpretación:**

**Gráfico N° 26** se puede observar el resultado para el parámetro cromo. Donde el resultado es de 0,000 mg/L y el Límites Máximos Permisibles para este parámetro es de 0,050 mg/L. Concluyendo en que el cromo se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles. Esta muestra de agua analizada se encuentra libre de la presencia de cromo.

**Gráfico N° 27:** Resultado del análisis para el flúor – Punto 3

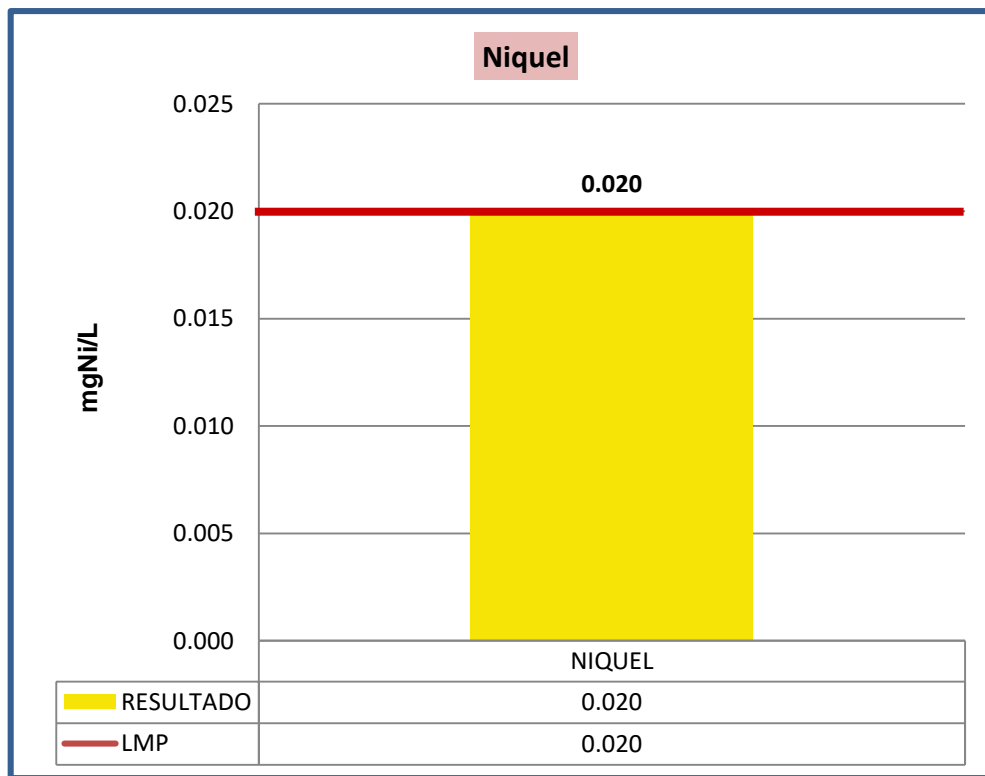


**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:**

**Gráfico N° 27** se puede observar el parámetro flúor. Donde el resultado es de 0,070 mg/L y el Límites Máximos Permisibles para este parámetro es de 1,000 mg/L. Concluyendo en que el flúor se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles.

**Gráfico N° 28:** Resultado del análisis para el níquel

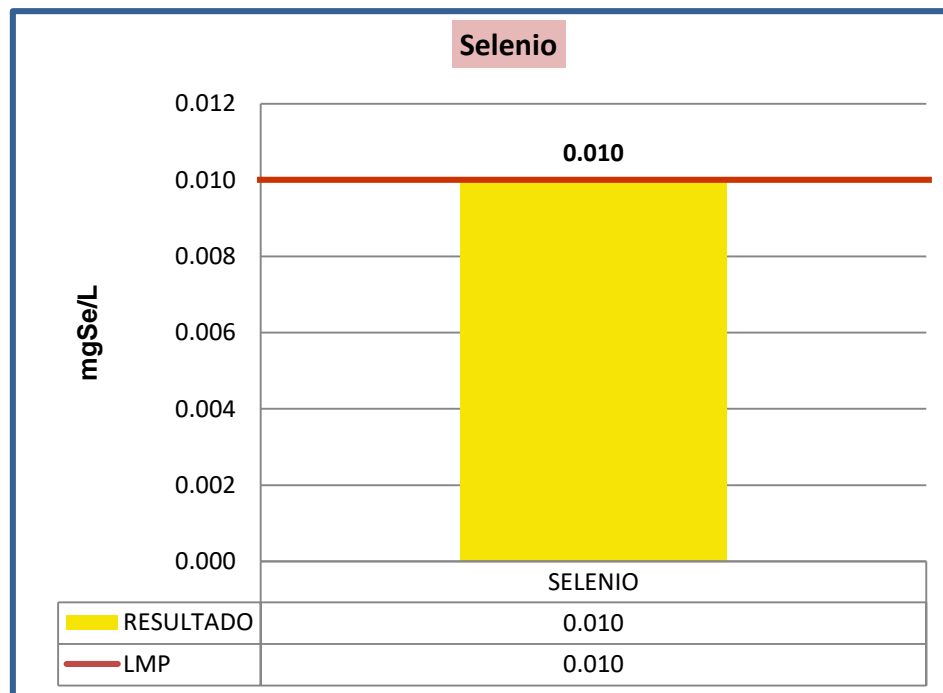


**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

**Gráfico N° 28** se puede observar el parámetro níquel. Donde el resultado es de 0,020 mg/L y el Límite Máximo Permissible es de 0,020 mg/L. Concluyendo en que el níquel está dentro del Límite Máximo Permissible, pero es necesario tomar una medida de mitigación ya que se encuentra cerca de sobrepasar el límite máximo permisible. El exceso de esta sustancia provocaría fallos respiratorios como también asma, bronquitis crónica y desordenes del corazón.

**Gráfico N° 29:** Resultado del análisis para el selenio – Punto 3

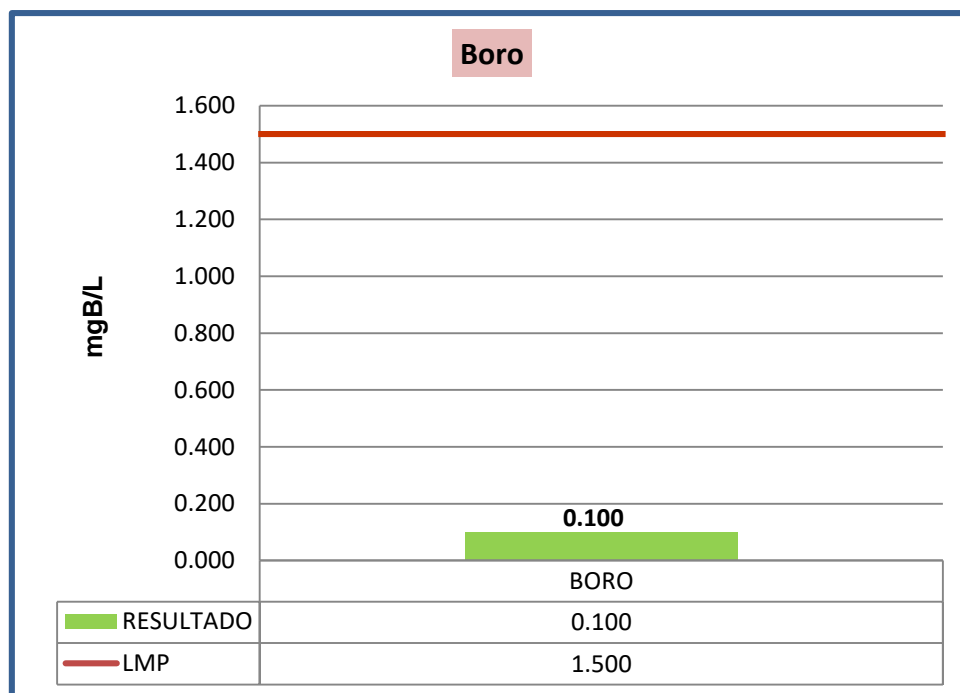


**Fuente:** Elaboración propia

### Interpretación:

**Gráfico N° 29** se puede observar el parámetro selenio. Donde el resultado es de 0,010 mg/L y el Límite Máximo Permissible es de 0,010 mg/L. Concluyendo en que el selenio cumple el Límite Máximo Permissible, pero es necesario mitigar la presencia de esta sustancia ya que se encuentra cerca de sobrepasar el límite máximo permisible. Los efectos sobre la salud de las diversas formas del selenio pueden variar de pelo quebradizo y uñas deformadas, a sarpullidos, calor, hinchamiento de la piel y dolores agudos.

**Gráfico N° 30:** Resultado del análisis para el boro – Punto 3



**Fuente:** Elaboración propia

### **Interpretación:**

**Gráfico N°30** se puede observar el parámetro boro. Donde el resultado es de 0,100 mg/L y el Límite Máximo Permisible para este parámetro es de 1,500 mg/L. Concluyendo en que el boro se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles. El exceso del boro podría causar infección en el estómago, hígado, riñones y cerebro y puede eventualmente llevar a la muerte.

### **4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS**

Para la investigación realizada se planteó la hipótesis general expresando lo siguiente:

**“La calidad física, química y microbiológica del agua de la Ciudad de Tarma cumple con la Normativa Peruana”.**

Finalizada la investigación realizada se puede mencionar que la hipótesis es inválida, ya que las muestras de agua de la Localidad de Tarma analizadas demuestran que el agua no es apta para consumo humano directo, ya que este se encuentra contaminado por coliformes totales.

### **4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

De la investigación concluida denominada **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE TARMA EN**

**CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL -DISTRITO Y PROVINCIA DE TARMA-2018”** los resultados demuestran lo siguiente:

Los coliformes termotolerantes en los puntos; P-1 (Reservorio San Cristóbal), P-2(Hospital Félix Mayorca Soto) Y P-3 (Mercado Modelo de Tarma) no sobrepasan el Límite Máximo Permisible, lo que indica que no tiene presencia de Escherichia Coli.

Los coliformes totales en los puntos; P-1(Reservorio San Cristóbal), P-2 (Hospital Félix Mayorca Soto) Y P-3(Mercado Modelo de Tarma) sobrepasan el Límite Máximo Permisible. Lo que indica que el sistema de abastecimiento de agua potable y el tratamiento de esta no se está aplicando de manera eficiente. Lo cual se puede mencionar por teoría que los coliformes totales es de origen vegetal, lo cual en la zona de Tarma se dedica a la actividad agrícola podría esta ser contribuyente a la presencia de coliformes totales ( Klebsiella, Enterobacter y Citrobacter).

La turbiedad, conductividad y pH no sobrepasa el Límite Máximo Permisible en ninguno de los tres puntos monitoreados, lo que indica que el agua no se encuentra contaminada por estas sustancias.

El parámetro plomo no sobrepasa el Límite Máximo Permisible en ninguno de los tres punto monitoreados, indicando que no hay ningún tipo de contaminación por esta sustancia.

El cromo no se encontró en ninguno de los tres puntos monitoreados, por tanto no sobrepasa los Límites Máximos Permisibles, liberando al agua de algún tipo de contaminación por esta.

El flúor no sobrepasa el Límite Máximo Permisible en ninguno de los tres puntos monitoreados.

El Níquel no sobrepasa el Límite Máximo Permisible en ninguno de los tres puntos monitoreados, sin embargo en el P-3 se encuentra cerca de sobrepasar lo dispuesto en la normativa, por lo que es necesario tomar medidas de mitigación para evitar una posible contaminación del agua por esta sustancia.

El selenio no sobrepasa el Límite Máximo Permisible en ninguno de los tres puntos monitoreados, sin embargo en el P-1 y en el P-3 se encuentra cerca de sobrepasar lo dispuesto en la normativa, por lo que es necesario tomar medidas de mitigación como mejorar en el proceso

de filtrado y sedimentación, para evitar una posible contaminación del agua por esta sustancia.

El boro no sobrepasa el Límite Máximo Permisible en ninguno de los tres puntos monitoreados.



## CONCLUSIONES

Finalizada la investigación concluyo en lo siguiente:

1. El agua potable de la Localidad de Tarma según el estudio realizado no se encuentra contaminada por la bacteria *Escherichia Coli* (Coliforme Termotolerante), pero si por las otras tres bacterias o alguna de ellas que conforman la familia de los coliformes totales como: *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter*. El agua potable consumida por la población de Tarma no es segura ya que contiene bacterias que pueden producir infecciones del tracto urinario, del tracto respiratorio, neumonía y meningitis neonatal.
2. El agua potable de la Localidad de Tarma no está contaminada por la turbiedad, pH o conductividad ya que estos no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles en el agua analizada.
3. El análisis realizado para el plomo, cromo, flúor, níquel, selenio y boro indican que el agua potable de la localidad de Tarma no está contaminada por ninguna de estas sustancias ya que estos cumplen con los Límites Máximos Permisibles.

Sin embargo es necesario realizar medidas de prevención ya que el selenio y el níquel se encuentran cerca de sobrepasar los Límites Máximos Permisibles.

## RECOMENDACIONES

Concluida la investigación se recomienda lo siguiente:

1. Mejorar la infraestructura del sistema de abastecimiento de agua, ya que se encuentra deteriorado o no ha sido construido bajo criterios técnicos.
2. Aumentar la concentración de hipoclorito de calcio para eliminar con eficacia la presencia de coliformes totales y mejorar la forma de aplicación.
3. Mejorar el proceso de filtrado y sedimentación a fin de disminuir la presencia de metales como el selenio y níquel.
4. Difundir la presente investigación a la población y instituciones que velan por la calidad de agua potable en la ciudad de Tarma y Región Junín a fin de tomar las medidas recomendadas.

## BIBLIOGRAFIA

- Blanca Lisseth Guzman, Gerardo Nava, Paula Diaz; La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012.
- Camarena Miranda Julio Cesar; Evaluación del grado de contaminación del agua de consumo humano del Distrito de Yanacancha – Cerro de Pasco, Pasco, Perú, 2009.
- DIGESA – GESTA AGUA, Grupo de estudio técnico ambiental, 2003.
- Meléndez Valdés Fermín Toribio, Espectros de absorción y cuantificación colorimétrica de biomoléculas, Córdova, Argentina ,2000.
- Escobar Villanueva Dalhin Itamar; Características físico-químicas del agua potable que se consume en el centro poblado Alto Trujillo, distrito El Porvenir, provincia Trujillo, departamento La Libertad, Perú, 2018.

- Laboratorio de Tecnología Educativa. Departamento de Microbiología y Genética. Universidad de Salamanca – Recuento de coliformes totales – Salamanca, Nueva York, 2013.
- Mario René Mejía Clara; Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local de las tecnologías apropiadas para su desinfección a escala domiciliaria, en la microcuenca El Limón, San Jerónimo, Honduras, 2005.
- MINAM – Aprende a prevenir los efectos del mercurio, Modulo 3: Agua y alimento, 2016.
- MINSA – DIGESA – DSB, Caracterización de fuentes de agua y del agua para consumo humano, 2012.
- MINSA – DIGESA, Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano – 2015.
- MINSA – DIGESA, Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA.

- MINSA – Ley General de Salud N°26842.
- SUNASS – Proyecto de estudio tarifario de EPS Sierra Central S.R.L – 2018.

# **ANEXOS**

# **ANEXO N°01**

**TOMA DE MUESTRAS DE AGUA POTABLE**





**Toma de muestras del Mercado Modelo de Tarma – Punto 3**



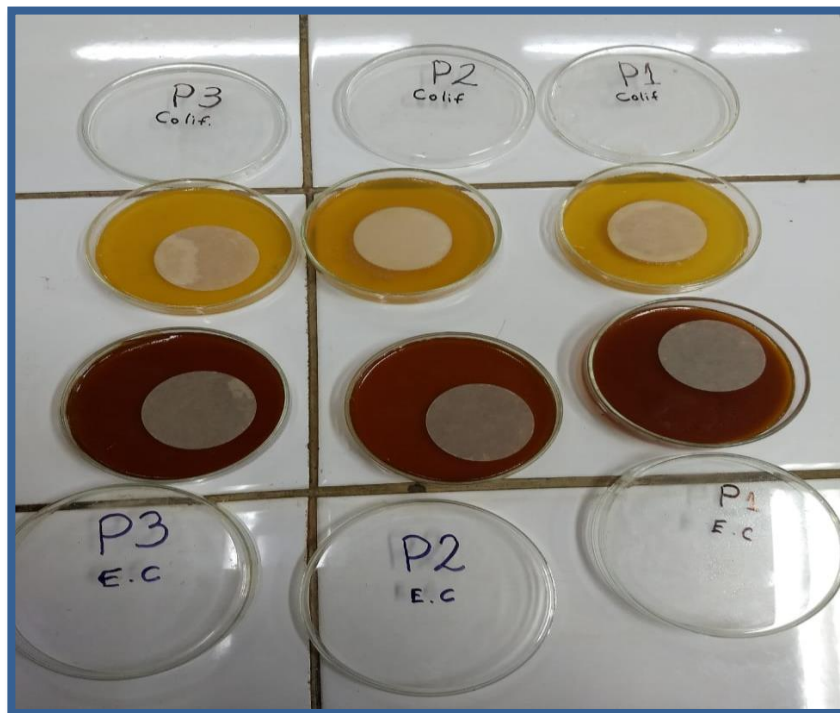
**Toma de muestras del Hospital Felix Mayorca Soto – Punto 2**

## **ANEXO N° 02**

**ANALISIS MICROBIOLOGICO DE LAS MUESTRAS DE AGUA POTABLE**



**Filtro de membrana insertado en la caja de petri con caldo nutritivo para Coliformes Totales – Punto 3**



**Filtros de membrana en los caldos de cultivo para Coliformes Termotolerantes y Coliformes totales – Punto 1, 2 y 3**

## **ANEXO N° 03**

**RESULTADO FISICO, QUIMICO Y MICROBIOLOGICO**



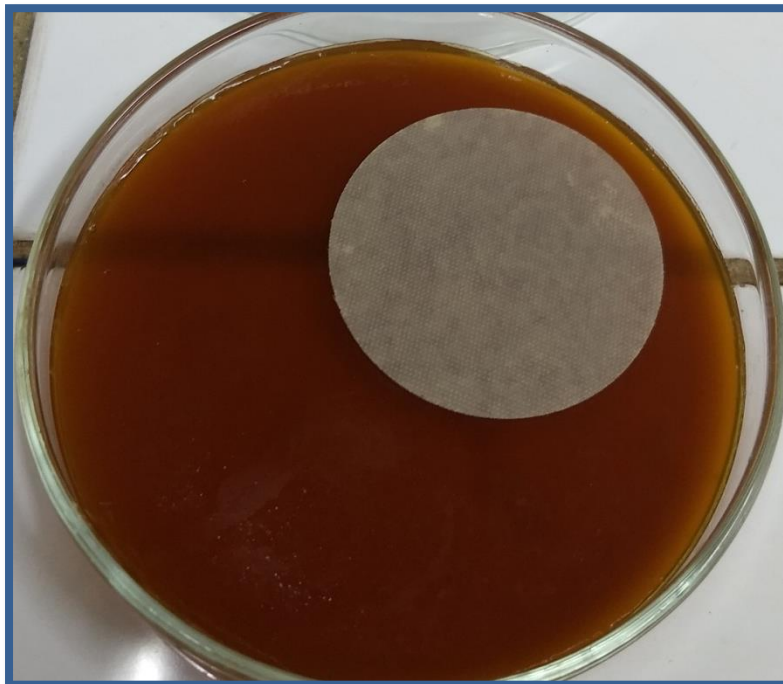
**Turbidimetro – Resultado de la muestra de agua del Punto 1**



**Multiparametro – Resultado de la muestra de agua del Punto 3**



**Resultado de Coliformes totales – Punto 2**



**Resultado de Coliformes Termotolerantes – Punto 1**

## **ANEXO N° 04**

**PLANO DE LA CIUDAD DE TARMA**