

# **UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental**



*Una Institución Adventista*

**Evaluación de coliformes totales y termotolerantes en la  
quebrada Choclino con fines de conservación-distrito de La  
Banda de Shilcayo 2017**

Por:

Daniel Arturo Epifanía Mejía

Asesor

Ing. Carmelino Almestar Villegas

**Tarapoto, marzo del 2019**

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA DEL INFORME DE TESIS

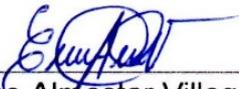
*Carmelino Almestar Villegas*, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente informe de investigación titulado: **“EVALUACIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y TERMOTOLERANTES EN LA QUEBRADA CHOCLINO CON FINES DE CONSERVACIÓN-DISTRITO DE LA BANDA DE SHILCAYO 2017”** constituye la memoria que presenta el **Bachiller Daniel Arturo Epifanía Mejía** para aspirar al título de Profesional de Ingeniero Ambiental ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente constancia en *Morales*, al 26 de noviembre del año 2019



---

Carmelino Almestar Villegas

Evaluación de coliformes totales y termotolerantes en la quebrada  
Choclino con fines de conservación-distrito de La Banda de Shilcayo  
2017

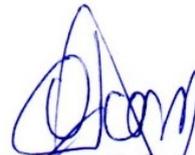
# TESIS

Presentada para optar el título profesional de ingeniero ambiental

## JURADO CALIFICADOR



Ing. Jhon Patrick Ríos Bartra  
Presidente



Mg. Delbert Eleasil Condori Moreno  
Secretario



Ing. Ivone Vásquez Briones  
Vocal



Ing. Carmelino Almestar Villegas  
Asesor

Tarapoto, 27 de marzo de 2019

## **Dedicatoria**

A Dios por brindarme la vida, salud, motivación, y la oportunidad de llevar acabo y concluir satisfactoriamente el presente trabajo de Investigación.

A mis amados padres: Daniel Eliseo Epifanía Quiroz y Senith Marilene Mejía Trigozo. A mi amada Esposa Deysi y mi hijo Daniel Fabrizio, A mis hermanas por brindarme su apoyo generoso en cada etapa de mi vida,

Por el amor, esfuerzo y sacrificio inmensurable, han logrado que hoy en día me consolide como tal, velando siempre por mi cuidado, bienestar y educación, siendo ellos mi principal motivación para cada paso y meta trazada.

**Daniel Arturo Epifanía Mejía**

## **Agradecimientos**

Quiero Expresar mi agradecimiento a Dios, quien me da la vida y la salud para seguir adelante, dándole sentido a mi vida para nunca rendirme.

Mi sentido agradecimiento a la Universidad Peruana Unión, autoridades y personal universitario que me abrieron las puertas dándome la oportunidad de formarme profesionalmente bajo principios cristianos

Al ing. Carmelino Almestar Villegas por su tiempo y asesoramiento en el desarrollo de la presente investigación, compartiendo y transmitiendo su conocimiento y vasta experiencia en temas de investigación.

Y a todas aquellas personas que estuvieron involucradas en el desarrollo de la presente investigación apoyándome desinteresadamente para poder concretar este logro.

## Índice general

|  |      |
|--|------|
| Dedicatoria .....  | IV   |
| Agradecimientos .....  | V    |
| Índice de Figuras.....   | X    |
| Índice de Tablas.....  | XI   |
| Índice de Anexos .....   | XII  |
| Resumen.....   | XIII |
| Abstract .....   | XIV  |
| Capítulo 1 .....   | 15   |
| Introducción.....  | 15   |
| 1.1. Identificación del problema.....                              | 15   |
| 1.1.1. Descripción de la realidad problemática.....                | 15   |
| 1.1.2. Situación del problema .....                                | 16   |
| 1.2. Objetivos .....   | 17   |
| 1.2.1. Objetivo general .....                                      | 17   |
| 1.2.2. Objetivos específicos.....                                  | 17   |
| 1.3. Justificación.....  | 18   |
| 1.4. Presuposición filosófica .....                                | 18   |
| Capítulo 2 .....   | 20   |
| Revisión de literatura .....                                       | 20   |
| 2.1. Fundamentos de la contaminación microbiológica del agua ..... | 20   |
| 2.1.1. El agua .....   | 20   |
| 2.1.2. Clasificación del agua.....                                 | 20   |
| 2.1.3. Contaminación del agua y fuentes de contaminación .....     | 20   |
| 2.1.4. Calidad microbiológica del agua.....                        | 23   |

|  |    |
|--|----|
| 2.1.5. Parámetros microbiológicos en agua superficial.....                           | 23 |
| 2.1.6. Métodos para determinar parámetros microbiológicos .....                      | 24 |
| 2.1.7. Conservación ambiental.....   | 26 |
| 2.1.8. Definición de términos .....  | 26 |
| 2.2. Marco legal.....  | 27 |
| 2.2.1. Constitución política del Perú .....  | 27 |
| 2.2.2. Ley General del Ambiente Ley N°28611.....                                     | 28 |
| 2.2.3. Ley de los Recursos Hídricos Ley N° 29338. ....                               | 28 |
| 2.2.4. Decreto Supremo D.S 004 – 2017 Estándares de Calidad ambiental para agua..... | 29 |
| 2.2.5. Resolución Jefatural N° 010 – 2016 – Autoridad Nacional del Agua.....         | 29 |
| 2.2.6. Resolución Directoral 2254/2007/DIGESA/SA.....                                | 29 |
| 2.3. Antecedentes de la investigación.....   | 29 |
| 2.1.1 Internacionales .....  | 29 |
| 2.1.2. Nacionales.....   | 33 |
| Capítulo 3 .....   | 35 |
| Materiales y métodos .....   | 35 |
| 3.1. Lugar de ejecución.....   | 35 |
| 3.2. Población y muestra.....  | 40 |
| 3.2.1. Población.....  | 40 |
| 3.2.2. Muestra .....   | 40 |
| 3.3. Diseño de la investigación.....   | 40 |
| 3.4. Formulación de la hipótesis.....  | 41 |
| 3.5. Variables de estudio.....   | 41 |
| 3.6. Instrumentos de recolección de datos .....                                      | 42 |
| 3.6.1. Instrumentos.....   | 42 |

|  |    |
|--|----|
| 3.6.2. Materiales y equipos .....  | 43 |
| 3.7. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos ..... | 43 |
| 3.7.1. Técnicas de recolección de datos .....                            | 43 |
| 3.7.2. Validación de Instrumentos .....                                  | 44 |
| 3.8. Plan de procesamiento de datos.....                                 | 44 |
| 3.8.1. Recursos humanos .....  | 44 |
| 3.8.2. Ubicación de los puntos de muestreo .....                         | 44 |
| 3.8.3. Frecuencia de monitoreo.....                                      | 45 |
| 3.8.4. Toma de muestra de agua .....                                     | 45 |
| 3.8.5. Medición de parámetros en campo.....                              | 46 |
| 3.8.6. Registro de datos de campo .....                                  | 46 |
| 3.8.7. Medición del caudal.....  | 47 |
| 3.8.8. Identificación de las muestras de agua .....                      | 47 |
| 3.8.9. Conservación y envío de las muestras de agua .....                | 47 |
| 3.8.10. Aseguramiento y control de calidad .....                         | 48 |
| 3.8.11. Procesamiento de muestras .....                                  | 49 |
| 3.8.12. Procesamiento de Mapas .....                                     | 54 |
| Capítulo 4 .....   | 55 |
| Resultados y discusión .....   | 55 |
| 4.1. Resultados .....  | 55 |
| 4.1.1. Determinación de los parámetros de campo .....                    | 55 |
| 4.1.2. Determinación de parámetros microbiológicos .....                 | 63 |
| 4.1.3. Comparación de parámetros microbiológicos con la normativa.....   | 67 |
| 4.1.4. Elaboración del plan de manejo ambiental .....                    | 68 |
| 4.1.5. Elaboración de los mapas de calidad microbiológica de agua.....   | 83 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 4.2. Discusión.....                  | 84 |
| Capítulo 5.....                      | 86 |
| Conclusiones y recomendaciones ..... | 86 |
| 5.1. Conclusiones.....               | 86 |
| 5.2. Recomendaciones .....           | 86 |
| Referencias .....                    | 88 |
| Anexos.....                          | 95 |

## Índice de Figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación geográfica <i>quebrada Choclino</i> .....                        | 36 |
| Figura 2. Mapa actual de suelo del área de estudio .....                             | 39 |
| Figura 3. Esquema del diseño de investigación no experimental de tipo tendencia..... | 40 |
| Figura 4. Determinación del NMP de coliformes en Agua y Hielo potables.....          | 51 |
| <i>Figura 5.</i> Turbidez de la quebrada Choclino en los puntos de estudio.....      | 56 |
| Figura 6. pH de la quebrada Choclino en los puntos de estudio .....                  | 58 |
| <i>Figura 7.</i> Color del agua de la quebrada Choclino.....                         | 60 |
| <i>Figura 8.</i> Conductividad del agua de la quebrada Choclino .....                | 62 |
| <i>Figura 9.</i> Coliformes termotolerantes de la quebrada Choclino .....            | 64 |
| <i>Figura 10.</i> Gráfico de Coliformes Totales de la quebrada Choclino.....         | 66 |
| <i>Figura 11.</i> Diseño del humedal artificial. ....                                | 76 |

## Índice de Tablas

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Índice del NMP con 95% para cinco tubos..... | 53 |
| Tabla 2. Índice del NMP con 95% para diez tubos ..... | 53 |

## Índice de Anexos

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 1. Certificado de calibración de instrumentos y equipos de laboratorio.....              | 95  |
| Anexo 2. Informe sobre la problemática de la quebrada Choclino. ....                           | 98  |
| Anexo 3. Registro de caudal de la quebrada Choclino por puntos de muestreo .....               | 99  |
| Anexo 4. Resultados de calidad fisicoquímica y microbiológica de la quebrada Choclino<br>..... | 101 |
| Anexo 5. Panel fotográfico.....  | 135 |
| Anexo 6. Mapas de calidad microbiológica del agua de la quebrada Choclino.....                 | 142 |

## Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la concentración de Coliformes Totales y Termotolerantes en la quebrada Choclino para uso en riego de vegetales. Se consideró 63 puntos de muestreo a largo de la quebrada Choclino. El análisis de las muestras fue realizado en el laboratorio de la Empresa Emapa San Martín S.A., para luego ser comparados con los valores establecidos en el D. S N° 004-2017-MINAM (categoría 3). Los valores de pH, turbidez, color y conductividad eléctrica del agua de la quebrada Choclino fueron respectivamente 7.1; 12.54 UNT, 11.12 UCV y  $141.6 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . El valor promedio de Coliformes termotolerantes y el de coliformes totales fue respectivamente 11967 NMP/100 mL y 54581 NMP/100 mL. Para el plan de manejo ambiental de la quebrada Choclino, se consideraron los siguientes programas: Programa de educación ambiental (conservación del ambiente, gestión de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales domésticas), Programa de Manejo de residuos sólidos, Programa de Seguimiento, evaluación y control, los cuales generarán un impacto positivo en la conservación de la quebrada Choclino. Del mapa de calidad de agua de la quebrada el 29% y 37% de los 63 puntos considerados tuvieron un rango alto coliformes termotolerantes y coliformes totales respectivamente. Por tanto, el agua de la quebrada Choclino no cumple el estándar de calidad ambiental para uso en riego de vegetales.

Palabras clave: Coliformes termotolerantes, Coliformes totales, Plan de manejo ambiental.

## **Abstract**

The objective of the present investigation is to evaluate the Total and Thermotolerant Coliforms in the Choclino ravine to use in vegetable irrigation. It was considered 63 sampling points along the Choclino ravine. The analysis of the samples was carried out in the laboratory of the company Emapa San Martin S.A., to be compared with the values established in D. S N ° 004-2017-MINAM (category 3). The values of pH, turbidity, color and electrical conductivity of the water of Choclino ravine were respectively 7.1; 12.54 UNT, 11.12 UCV and 141.6  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . The average value of thermotolerant coliforms and total coliforms was 11967 NMP / 100 mL and 54,581 MPN / 100 mL respectively. For the environmental management plan of the Choclino ravine, the following programs are considered: Environmental education program, Solid waste management program, Monitoring, evaluation and control program, which will have a positive impact on the conservation of the Choclino ravine. The water quality map of the ravine 29% and 37% of the 63 points were located considered they had a high rank thermotolerant coliforms and total coliforms respectively. Therefore, the water of the Choclino ravine does not meet the environmental quality standard for use in watering vegetables.

Key words: Thermotolerant coliforms, Total coliforms, Environmental management plan.

## **Capítulo I**

### **Introducción**

#### **1.1. Identificación del problema**

##### **1.1.1. Descripción de la realidad problemática**

Sabiendo que, el agua es un recurso natural de vital importancia para la vida y para la actividad económica considerada así incluso desde los inicios de la civilización. Sin embargo, fuentes como los ríos, quebradas, lagos, lagunas e incluso los océanos y mares fueron y siguen siendo receptáculos donde se siguen vertiendo los desechos humanos; en muchos casos porque aún no existen adecuados sistemas de tratamiento y en otros porque simplemente la falta de conciencia por parte de la población misma, así como de los representantes de las grandes industrias que empeoran cada día la calidad de muchas de las fuentes antes mencionadas (Brack & Mendiola, 2000)

Asimismo, Gomez (1995) refiere que en las grandes ciudades amazónicas, los principales contaminantes de los cuerpos de aguas son las bacterias coliformes, las cuales suelen ir acompañadas de otros gérmenes patógenos que originan diversas enfermedades infecto contagiosas, esto es a causa de los vertimientos de aguas servidas a los cuerpos de agua sin ningún tipo de tratamiento previo.

Por otro lado, Saab, Nassif, Samrani, Daoud, Medawar & Ouaïn (2004), indica que, los residuos sólidos y los efluentes tienen un impacto importante en el desarrollo de la contaminación microbiológica a lo largo de un río o quebrada.

La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural. A su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, por lo que se convierten en focos

infecciosos para la salud de las poblaciones que aprovecha en muchos casos fuentes de afloramiento y otros como para uso de riego y bebidas de animales; así lo describe el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA, 2014)

### **1.1.2. Situación del problema**

Un problema clásico, según reconocen los especialistas, es la poca atención a la problemática de las aguas residuales en las zonas urbanas, donde las acequias y quebradas son utilizadas como receptores de residuos sólidos y efluentes carentes de tratamientos. Los expertos en la materia advierten continuamente que nuestro país estará enfrentando una emergencia hídrica en los próximos años si ahora no se toman las medidas preventivas para evitarlo, esto empeorará cada año agravando la situación en muchas áreas de influencia indirecta corrientes abajo. Tal pronóstico se debe, en parte, a los altos niveles de contaminación que sufren los distintos cuerpos de agua y por el uso indiscriminado que se hace del recurso hídrico sin o muy poco interés por parte de las autoridades que vigilen o controlen el medio en forma adecuada (Mora & Calvo, 2010). Para tal fin es conveniente resaltar algunos puntos concernientes a la realidad problemática de la zona de estudio.

En la quebrada Choclino se ha evidenciado la siguiente problemática: Mala disposición de residuos sólidos domiciliarios, por la población asentada en las márgenes de la quebrada Choclino, vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento de parte de las granjas a la quebrada Choclino, puntos de descargar clandestinas de efluentes domésticos dentro del casco urbano de la ciudad a la quebrada Choclino. Por lo tanto, la presente investigación está enfocada a la evaluación de los Coliformes Totales y Termotolerantes en la quebrada Choclino debido al desarrollo de diferentes actividades antropogénicas, las que influyen en la calidad de agua. En esta investigación se realizó la evaluación a través del recorrido de la mencionada quebrada, desde el nacimiento hasta su desembocadura.

La Banda de Shilcayo se extiende hasta las laderas del cerro Escalera. Es una ciudad de trama ortogonal, limitada por el río Shilcayo, la carretera Fernando Belaúnde Terry y un componente urbano de la ciudad, es la quebrada Choclino. La rápida expansión urbana en la ciudad representa un gran problema para la quebrada antes mencionada ya que en esta zona en especial se observa un gran número de asentamientos humanos en la parte alta de la ciudad haciendo la aparición de problemas como la deforestación de las cabeceras de la quebrada Choclino, la contaminación de esta depresión, y la carencia de los servicios básicos. Los asentamientos nuevos utilizan pilones de agua y los más antiguos tienen conexión de agua. No poseen red de alcantarillado. Cabe resaltar que la zona alta de esta quebrada ubica su cabecera en la zona de amortiguamiento de ACR – Cordillera escalera. Finalmente, frente a toda esta problemática local nace la necesidad de realizar el presente estudio para generar información precisa y confiable que sirva de base para la toma de decisiones asertivas el permite llegar al siguiente problema.

¿Cuáles son las concentraciones de los parámetros microbiológicos (Coliformes Totales y Termo tolerantes) de la quebrada Choclino que permitirán proponer un plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino ubicada el distrito de La Banda de Shilcayo?

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Evaluar la concentración de coliformes totales y termotolerantes en la quebrada Choclino con fines de conservación, distrito de la Banda de Shilcayo, 2017.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Determinar los parámetros fisicoquímicos: pH, conductividad eléctrica, color y turbidez en 63 puntos de muestreo.

- Evaluar la concentración de coliformes totales y coliformes termotolerantes en 63 puntos de muestreo a lo largo de la quebrada Choclino.
- Comparar la concentración de los parámetros microbiológicos con la normativa aplicable.
- Proponer un plan para la conservación ambiental que contribuya a reducir la contaminación microbiológica de la quebrada Choclino.

### **1.3. Justificación**

La contaminación de los recursos hídricos superficiales es un problema cada vez más grave, debido a que estos se usan como espacios de disposición final de residuos domésticos. Estas descargas son las principales responsables del desequilibrio ecosistémico y comprometen la salud pública de la población ribereña. Es por ello que urge la necesidad de realizar un estudio de la situación real de las características microbiológicas de la quebrada Choclino.

Las actividades antropogénicas como la ganadería, los cultivos rotativos, la deforestación y la población asentada en áreas inadecuadas, como las invasiones de fajas marginales y las áreas de amortiguamiento, son las que conllevan a generar impactos muchas veces irreversibles y difíciles de tratar.

Los resultados de la presente investigación permitirán conocer el grado de contaminación microbiológica (coliformes totales y termotolerantes) por fuentes antropogénicas, con la finalidad de proponer medidas de conservación que contribuyan a un desarrollo sostenible de la quebrada Choclino.

### **1.4. Presuposición filosófica**

De Jehová es la tierra y su plenitud; el mundo, y los que en él habitan. Porque el fundo sobre los mares y lo afirmo sobre los ríos. (Sal 24:1); En este versículo podemos apreciar que Jehová es el dueño de todas las cosas que existen en este mundo porque Él las creó para

nosotros, es por eso que nosotros debemos cuidar y apreciar lo que nos da, honramos su nombre cuidando la hermosura que hizo para que nosotros vivamos bien; Somos el reflejo de su amor y por ende debemos retribuirle cuidando la belleza paisajística y todos los recursos que nos rodean.

Al hacer un breve diagnóstico de los recursos naturales que tenemos, en este caso el recurso hídrico de la banda de Shilcayo, llámese quebrada Choclino, nos topamos con una realidad recurrente en muchos lugares del planeta, esta es el desinterés de la población por cuidar de sus fuentes de agua, el cual garantizan su supervivencia en el ecosistema donde habitan; como profesional formado en una universidad con principios y valores cristianos y consiente de que todo le pertenece a nuestro Dios, nace la iniciativa de evaluar esta quebrada para poder tener un diagnóstico detallado y poder sugerir acciones en marco de la conservación de recursos hídricos para el bienestar de las personas que gozan de este, asimismo cumplir con el aporte del cuidado y la administración que Dios nos encomienda en su palabra.

## Capítulo II

### Revisión de literatura

#### 2.1. Fundamentos de la contaminación microbiológica del agua

##### 2.1.1. El agua

Según la Organización mundial de la Salud [OMS] (2015). El agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante. La conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones.

##### 2.1.2. Clasificación del agua

**Según su naturaleza:** Según el origen natural el agua puede clasificarse en: atmosférica, superficial y subterránea.

**Lénticas:** Se entiende por estos a los cuerpos de agua que permanecen en reposo y por ende no presentan corriente alguna, se incluyen a estos los Lagos, lagunas, charcas y pantanos

**Lóxicas:** Se entiende por esos a los cuerpos de agua que están en continuo movimiento como los ríos, quebradas, manantiales, canales, etc.

##### 2.1.3. Contaminación del agua y fuentes de contaminación

La contaminación de las aguas puede proceder de fuentes naturales o de actividades humanas. En la actualidad la más importante, sin duda, es la provocada por el hombre. El desarrollo y la industrialización implican un mayor uso de agua, una gran generación de residuos de los cuales muchos van a parar al agua y el aumento en el uso de medios de

transporte fluvial y marítimo que, en muchas ocasiones, son causa de contaminación de las aguas.

A continuación, se consideran las fuentes naturales y antropogénicas de contaminación, estudiando dentro de estas últimas las industriales, los vertidos urbanos, las procedentes de la navegación y de las actividades agrícolas y ganaderas.

**a. Naturales:** Algunas fuentes de contaminación del agua son naturales. Por ejemplo, el mercurio que se encuentra naturalmente en la corteza de la Tierra y en los océanos, contamina la biosfera mucho más que el procedente de la actividad humana. Algo similar pasa con los hidrocarburos y con muchos otros productos. Normalmente las fuentes de contaminación natural son muy dispersas y no provocan concentraciones altas de polución, excepto en algunos lugares muy específicos. La contaminación de origen humano, en cambio, se concentra en zonas concretas y, para la mayor parte de los contaminantes, es mucho más peligrosa que la natural.

**b. Antropogénicos: Hay cuatro focos principales de contaminación antropogénica.**

- **Industria.** Según el tipo de industria se producen distintos tipos de residuos. Normalmente en los países desarrollados muchas industrias poseen eficaces sistemas de depuración de las aguas, sobre todo las que producen contaminantes más peligrosos como metales tóxicos. En algunos países en vías de desarrollo la contaminación del agua por residuos industriales es muy importante.

Sector industrial Sustancias contaminantes principales

- **Construcción:** Sólidos en suspensión, metales, pH.
- **Minería:** Sólidos en suspensión, metales pesados, materia orgánica, pH, cianuros.
- **Energía:** Calor, hidrocarburos y productos químicos.
- **Textil y piel:** Cromo, taninos, tensoactivos, sulfuros, colorante, grasas, disolventes orgánicos, ácidos acético y fórmico, sólidos en suspensión.

- Automoción: Aceites lubricantes, pinturas y aguas residuales.
- Navales: Petróleo, productos químicos, disolventes y pigmentos.
- Siderurgia: Cascarillas, aceites, metales disueltos, emulsiones, sosas y ácidos.
- Química inorgánica: Hg, P, fluoruros, cianuros, amoníaco, nitritos, ácido sulfhídrico, F, Mn, Mo, Pb, Ag, Se, Zn, etc. y los compuestos de todos ellos.
- Química orgánica: Organohalogenados, organosilícicos, compuestos cancerígenos y otros que afectan al balance de oxígeno.
- Fertilizantes: Nitratos y fosfatos.
- Pasta y papel: Sólidos en suspensión y otros que afectan al balance de oxígeno.
- Plaguicidas: Organohalogenados, organofosforados, compuestos cancerígenos, biocidas, etc.
- Fibras químicas: Aceites minerales y otros que afectan al balance de oxígeno.
- Pinturas, barnices y tintas: Compuestos organoestánicos, compuestos de Zn, Cr, Se, Mo, Ti, Sn, Ba, Co, etc.
- Vertidos urbanos. La actividad doméstica produce principalmente residuos orgánicos, pero el alcantarillado arrastra además todo tipo de sustancias: emisiones de los automóviles (hidrocarburos, plomo, otros metales, etc.), sales, ácidos, etc.
- Navegación. Produce diferentes tipos de contaminación, especialmente con hidrocarburos. Los vertidos de petróleo, accidentales o no, provocan importantes daños ecológicos.
- Agricultura y ganadería. Los trabajos agrícolas producen vertidos de pesticidas, fertilizantes y restos orgánicos de animales y plantas que contaminan de una forma difusa pero muy notable las aguas.

#### **2.1.4. Calidad microbiológica del agua**

Arcos, Avila, Estupiñan & Aura, (2005), afirman que los indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. hace referencia a que la calidad microbiológica del agua está relacionada grandemente con el vertido de agua de desecho de origen doméstico a los cuerpos de aguas. En estos casos la carga contaminante está compuesta principalmente de materia orgánica y microorganismos de origen fecal, en estos casos el control de la calidad microbiológica del agua de consumo y de desecho requieren de un análisis para determinar la presencia de microorganismos involucrados en este problema.

La evaluación de la calidad microbiológica del agua se realiza a través de la identificación de indicadores de contaminación fecal, entre ellos coliformes totales y coliformes termotolerantes (Bruschi, Wickert, Miranda & Silva, 2008).

#### **2.1.5. Parámetros microbiológicos en agua superficial**

##### **a. Coliformes totales**

Son un grupo de bacterias que incluye una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, gramnegativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído en 24 h a 35–37 °C. Este grupo está formado por los siguientes generos: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* y *Klebsiella*. El grupo de los coliformes totales incluye especies fecales y ambientales (Rodríguez, 2013; Altrão, Brustolin, Siqueira & Torquato, 2011; Da Silva, Gomes & Da Silva, 2018).

##### **b. Coliformes termotolerantes**

Los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes, llamados así porque soportan temperaturas de hasta 45°C, comprenden un grupo muy reducido de microorganismos los cuales son indicadores de calidad, ya que son de origen fecal. En su

mayoría están representados por el microorganismo *Escherichia Coli*, pero se pueden encontrar entre otros menos frecuentes *Citrobacter freundii* y *Klebsiella pneumoniae*, estos últimos hacen parte de los coliformes termotolerantes, pero su origen se asocia generalmente con la vegetación, y solo ocasionalmente aparecen en el intestino (Ramos, 2011).

Son bacterias capaces de fermentar a la lactosa con producción de gases a 44°C, en 24 horas. La principal especie dentro de este grupo es la *Escherichia Coli* (Altrão, Brustolin, Siqueira & Torquato, 2011).

La *Escherichia Coli*, es un bacilo corto Gram negativo que se encuentra clasificado dentro de la familia Enterobacteriaceae (bacterias entéricas), existe como comensal en el intestino delgado de humanos y animales. Sin embargo, hay algunas cepas de *E. coli* patógenas que provocan enfermedades diarreicas. Estas *E. coli* se clasifican con base en las características que presentan sus factores de virulencia únicos, cada grupo provoca la enfermedad por un mecanismo diferente. Las propiedades de adherencia a las células epiteliales de los intestinos grueso y delgado son codificadas por genes situados en plásmidos. De manera similar las toxinas son mediadas por plásmidos o fagos. Este grupo de bacterias se encuentra constituido por las siguientes cepas: *E. coli* enterotoxigénica (ETEC), *E. coli* enteropatógena (EPEC), *E. coli* enterohemorrágica (EHEC), *E. coli* enteroinvasiva (EIEC), *E. coli* enteroagregativa (EAEC) *E. coli* enteroadherente difusa (DAEC). Existen otras cepas que no han sido perfectamente caracterizadas; de las cepas anteriores, las 4 primeras están implicadas en intoxicaciones causadas por el consumo de agua y alimentos contaminados. (Ramos, 2011).

#### **2.1.6. Métodos para determinar parámetros microbiológicos**

##### **a. Número más probable (NMP)**

Según, Camacho, Giles, Ortegón, Palao, & Velázquez, (2009). En su estudio Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la

técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP) hace referencia que este método se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa. En la fase presuntiva el medio de cultivo que se utiliza es el caldo lauril sulfato de sodio el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono. Durante la fase confirmativa se emplea como medio de cultivo caldo lactosado bilis verde brillante el cual es selectivo y solo permite el desarrollo de aquellos microorganismos capaces de tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante.

La determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubados a una temperatura de  $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 24 a 48 h.

#### **b. Técnica de filtración por membrana para determinación de coliformes totales y fecales**

Carrillo & Lozano, (2008), En su tesis titulada “Validación el método de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando Agar Chromocult” usaron la técnica de filtración por membrana la cual utiliza un mecanismo en el cual se atrapan en la superficie de una membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que 0.45  $\mu\text{m}$ ; esto gracias a una bomba eléctrica que ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Las bacterias que quedan en la superficie de la membrana con llevadas a un medio enriquecido, selectivo o diferencial, quien a través de intercambio metabólico y una incubación, evidencian el crecimiento de microorganismos y unidades formadoras de

colonia. (APHA). Esta técnica es altamente reproducible y proporciona resultados numéricos rápidamente y fácil de estimar.

#### **2.1.7. Conservación ambiental**

La conservación ambiental de una quebrada se define como la protección de los componentes que mantienen una adecuada condición ambiental, el uso sostenible del agua y la biodiversidad, asociada a una quebrada y la restauración de aquellas que ya han sido o están siendo afectadas (Egas & Ordoñez, 2010).

Asimismo, Rodríguez (2012), indica que el ciudadano es un actor clave en la recuperación y conservación de las cuencas hidrográficas, para ello se debe realizar monitoreos de la calidad ecológica de los ríos y quebradas.

#### **2.1.8. Definición de términos**

**Agua cruda:** Agua en su condición natural, que no ha recibido ningún tratamiento (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2016)

**Monitoreo de la calidad del agua:** Es el seguimiento y verificación del grado de cumplimiento del valor (LMP) de los parámetros de calidad del agua para consumo humano establecido en la Norma Sanitaria D.S. 031-2010 SA, y de factores de riesgo en los sistemas de abastecimiento del agua. Cuando el valor de cloro residual esté por debajo del LMP ( $< 0.5\text{mg/L}$ ) y turbiedad por encima del LMP ( $>5\text{UNT}$ ), se tomarán muestras de agua para análisis bacteriológico (Programa Nacional de Saneamiento Rural, 2017)

**Época de avenida:** Mes del año en el cual el caudal mensual llega a su nivel máximo (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

**Época de estiaje:** Mes del año en el cual el caudal mensual media llega a su mínimo (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

**Cadena de custodia:** Es un documento fundamental en el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos que garantiza la autenticidad de las muestras tomadas en campo hasta su llegada al laboratorio (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

**Muestra de agua:** Es el volumen de agua representativa para ser analizada según requerimiento del laboratorio o del método de ensayo específico en puntos del sistema de agua potable, de manera aleatoria (Programa Nacional de Saneamiento Rural, 2017)

**Estándar nacional de calidad ambiental para agua (ECA-Agua):** Es el nivel de concentración máximo de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los recursos hídricos superficiales que no presentan riesgo significativo para la salud de las personas ni contaminación del ambiente (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

**Monitoreo de la calidad de los recursos hídricos:** Es el proceso que permite obtener la medición de la calidad de los cuerpos naturales del agua con objetivos de realizar el seguimiento y control de la exposición de los contaminantes y su afectación a los diferentes usos de agua y a los ecosistemas acuáticos (Autoridad Nacional del Agua, 2016)

**Análisis microbiológico del agua:** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos (DIGESA, 2015)

## **2.2. Marco legal**

### **2.2.1. Constitución política del Perú**

En el inciso 22° del artículo 2° establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

En el artículo 66° establece que: los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento.

Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal; y

en el artículo 67° que el Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales. (Congreso Constituyente del Perú, 1993)

### 2.2.2. Ley General del Ambiente Ley N°28611

**a. Artículo 31° Del Estándar de Calidad Ambiental.** El Estándar de Calidad

Ambiental - ECA es la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente.(Congreso de La Republica de Perú, 2008)

### 2.2.3. Ley de los Recursos Hídricos Ley N° 29338.

**a. Artículo 76°. Vigilancia y fiscalización del agua:** También establece medidas para

prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso (Autoridad Nacional del Agua, 2009)

**b. Artículo 79°. Vertimiento de agua residual:** La Autoridad Nacional autoriza el

vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización. (Autoridad Nacional del Agua, 2009)

**c. Artículo 131°. Aguas residuales y vertimientos.** Aguas residuales, aquellas cuyas

características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tenga que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características

de calidad requieren de un tratamiento previo. Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

**d. Artículo 132°. Aguas residuales domésticas y municipales.** Las aguas residuales domésticas, son aquellas de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana. Las aguas residuales municipales son aquellas aguas residuales domésticas que puedan incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.”

#### **2.2.4. Decreto Supremo D.S 004 – 2017 Estándares de Calidad ambiental para agua**

En estos se aprueban los estándares de calidad de agua. Para esta investigación nos centraremos en los valores de agua para usos de categoría 3: Riego de vegetales y bebidas de animales, Sub Categoría D1 y D2.(Ministerio del Ambiente, 2017)

#### **2.2.5. Resolución Jefatural N° 010 – 2016 – Autoridad Nacional del Agua.**

Aprueban y disponen la publicación el Protocolo nacional de monitoreo de la calidad en cuerpos naturales de agua superficial.

#### **2.2.6. Resolución Directoral 2254/2007/DIGESA/SA**

Aprueban y el protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos.

### **2.3. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1 Internacionales**

Souza, De Lima, Florencio, Luna & Tavares (2016) en su estudio titulado “Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas”. El objetivo de la investigación fue analizar la calidad de las aguas utilizadas en la irrigación de cinco hortalizas por medio de microorganismos indicadores de contaminación fecal (Grupo coliformes) y de

contaminación por material orgánico (*Pseudomonas aeruginosa*) tanto en el agua como en los alimentos irrigados. Para ello se recolectó dos muestras en cada uno de los cinco predios de la principal fuente hídrica utilizada por los agricultores en el periodo de estiaje. El volumen de la muestra fue 200 mL. Se observó la presencia del grupo coliformes (NMP > 1600) y de la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* tanto en el agua de riego como en los alimentos irrigados. De acuerdo con el análisis se percibió una fuerte correlación entre el proceso índice de contaminación del agua y de los alimentos. Por lo tanto, el uso de agua de mala calidad, en la irrigación de las hortalizas puede influir directamente en la contaminación de los alimentos, pudiendo traer serias implicaciones para la salud de los consumidores.

Barrantes, Chacón, Solano, & Achi, (2013) realizaron una investigación titulada, “Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purires, Costa Rica”, muestran que la contaminación fecal de las aguas superficiales es un problema importante para la salud pública, dada la transmisión de microorganismos patógenos. Se estima que las poblaciones ubicadas cerca de costas, ríos o lagos con elevada contaminación fecal, tienen mayor riesgo de desarrollar enfermedades infecciosas gastrointestinales. En esta investigación se analizó durante un año, la contaminación fecal en las aguas superficiales de la microcuenca del río Purires, ubicada en una zona de alta densidad poblacional en Costa Rica. En el 100% de las muestras se detectó contaminación fecal, siendo el punto de muestreo 3 el que mostró los niveles más altos, en promedio  $2,2 \times 10^4$  Número Más Probable (NMP)/100 mL. Aunque los puntos 1 y 2 presentaron menor contaminación fecal, en promedio  $6,4 \times 10^2$  NMP/100 mL y  $6,3 \times 10^3$  NMP/100 mL respectivamente, estos valores indican también mala calidad de las aguas. Con estos resultados se pretende llamar la atención sobre la problemática ambiental de alta contaminación fecal en las aguas superficiales de esta micro cuenca. Esta información es un insumo para desarrollar acciones

de control sobre las fuentes de contaminación que afectan la calidad de las aguas y por ende, la salud de las poblaciones ubicadas en su cercanía.

Ramos, (2011) en su tesis titulada “Presencia de coliformes totales y fecales en el agua del río Matlacobat, Xico, Veracruz, México” tuvo como objetivo evaluar la presencia bacteriológica del agua del Río Matlacobalt mediante la norma NMX-AA-042-1987, la cual establece la técnica para la determinación del número más probable (NMP) de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* presuntiva.

En la Península de Osa – Costa Rica, (Mora & Calvo, 2010), en su trabajo de investigación titulado “Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa”, se centraron en realizar un estudio sobre la contaminación microbiológica, utilizando como indicador el contenido de coliformes fecales en varios de los ríos en las localidades de Piedras Blancas, cerca de Chacarita, así como en Puerto Jiménez, Rincón y la bahía de Drake; estos tres últimos pertenecientes a la Península de Osa. El objetivo fue conocer la situación actual y los posibles riesgos de contaminación de estos cuerpos de agua, dado el desarrollo que se viene dando en la zona, tales como el incremento en las actividades agrícolas, en la Península no se cuenta con estudios microbiológicos efectuados previamente excepto el estudio llevado a cabo por Jean-Batiste Livenais en la zona de Drake. Se encontró que la mayoría de los cuerpos de agua de la península no se pueden utilizar para fines recreativos de contacto primario, la acuicultura o para el riego de cultivos que se consumen crudos, ya que sobrepasan el límite máximo permisible en su contenido de coliformes fecales que establecen los reglamentos nacionales. Señala que se realizó un estudio sobre la contaminación microbiológica, utilizando como indicador el contenido de coliformes fecales en varios de los ríos en las localidades de Piedras Blancas, cerca de Chacarita, así como en Puerto Jiménez, Rincón y la bahía de Drake; estos tres últimos pertenecientes a la Península de Osa. El objetivo fue conocer la situación actual y

los posibles riesgos de contaminación de estos cuerpos de agua, dado el desarrollo que se viene dando en la zona, tales como el incremento en las actividades agrícolas, industriales, mineras y turísticas. Además, en la Península no se cuenta con estudios microbiológicos efectuados previamente. Se encontró que la mayoría de los cuerpos de agua de la península no se pueden utilizar para fines recreativos de contacto primario, la acuicultura o para el riego de cultivos que se consumen crudos, ya que sobrepasan el límite máximo permisible en su contenido de coliformes fecales que establecen los reglamentos nacionales.

Arango, Álvarez, Arango, Torres, & Monsalve, (2008) “Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia” Las quebradas La Cristalina y La Risaralda son las fuentes que abastecen el acueducto del área urbana del municipio de San Luis, Antioquia. El propósito de este estudio fue elaborar un mapa de calidad de agua que sirva como base de comparación de la evolución de las quebradas y justifique la inversión de los recursos del Municipio en el mejoramiento prioritario de los tramos más críticos. Para establecer la calidad del agua se determinaron indicadores físicos, químicos y biológicos, entre ellos algunas características físicas de las quebradas como tipo de sustrato, cobertura de riberas y hábitats acuáticos, temperatura, conductividad, oxígeno, pH, coliformes y macroinvertebrados acuáticos. A partir de los datos colectados se calcularon los índices BMWP/Col1, ASPT, ETP, índice de dípteros y de equidad. Con los resultados obtenidos del ASPT se construyó el mapa de calidad de agua para ambas quebradas. Las quebradas están bien oxigenadas debido a la turbulencia provocada por la conformación rocosa de su lecho, que a su vez permite la diversidad de macroinvertebrados acuáticos. Sin embargo, algunos tramos de estas corrientes están sometidos a contaminación de origen doméstico y agropecuario, lo cual limita sus condiciones de uso.

Elordí, Digirónimo, & Porta, (2012) “Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas de los arroyos Las Piedras-San Francisco considerando el nivel de cobertura sanitaria

de la población adyacente” determinó y evaluó la carga microbiológica asociada a contaminación fecal presente en las aguas de los arroyos Las Piedras y San Francisco considerando el nivel de cobertura sanitaria de la población. Los microorganismos que se determinaron mediante metodología estandarizada internacionalmente fueron: Coliformes totales (CT), Coliformes termotolerantes (CF) y *seudomonas aeruginosa*. Los valores obtenidos para CT y CF superaron ampliamente lo esperado en aguas superficiales de uso recreacional y/o de contacto primario y secundario, particularmente en los puntos de muestreo “Pilcomayo” y “Donato Alvares y Las Piedras”. Según los valores límite establecidos por US EPA para aguas de contacto primario (200 CT/ 100ml), las aguas de ambos arroyos significan un riesgo para la salud de aquellas personas que están directa o indirectamente relacionados o en contacto con éstos. Entre los factores que influyen sobre la calidad de estos cuerpos de agua y la salud de la población adyacente se encuentran, el aumento de la urbanización que incrementa la vulnerabilidad a las enfermedades transmitidas por el agua; la demanda de agua creciente por las ciudades y la industria; la variabilidad del clima que altera la disponibilidad y calidad del agua; sumado al colapso de los sistemas municipales de alcantarillado y conducción de aguas pluviales urbanas. La calidad sanitaria del agua es de gran importancia para la sociedad, y el control bacteriológico eficiente de la misma es esencial para complementar un buen manejo de este recurso vital.

### **2.1.2. Nacionales**

Tananta (2009) en su tesis titulada “Determinación de la Concentración de Coliformes Fecales y Totales en el Río Mayo, por Incidencia de la Descarga de Aguas Residuales de la Ciudad de Moyobamba, 2009”, el objetivo fue determinar la concentración de coliformes fecales y totales en el Río Mayo, por incidencia de la descarga de aguas residuales de la ciudad de Moyobamba. Se determinó dos estaciones de muestreo en el vertedero y en el cuerpo receptor, como análisis adicional se determinó la capacidad de dispersión que

presenta el Río Mayo con respecto a coliformes totales y fecales. Los resultados muestran elevadas concentraciones de coliformes fecales y totales antes de que el vertedero tenga influencia, pero se conoce también que en 50 metros el río presenta una elevada capacidad de depuración natural, pudiendo disminuir hasta en un 99% las concentraciones bacterianas registradas en la fuente o vertedero.

Terleira (2010) en su tesis titulada “Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shilcayo ubicada entre la bocatoma y el asentamiento humano villa autónoma” buscó hacer una evaluación de la contaminación fecal, en miras a contribuir en la conservación a través de una información real, que permita a las autoridades elaborar un programa ambiental, y de monitoreo. Para determinar los usos del suelo y el agua se realizó encuestas a los propietarios que están asentados al margen del río, dentro del área definida en el estudio, que permitió identificar los focos de contaminación. En cuanto a la evaluación de la contaminación fecal se determinó coliformes totales y termotolerantes a través del método de tubos (NMP). Los resultados obtenidos de los análisis bacteriológicos, muestran que en los puntos 1 y 2 de muestreo, el agua presenta poca contaminación fecal que está dentro de los estándares de calidad para aguas, lo cual significa que puede ser usado para producción de agua potable y con fines de recreación. Los puntos 3 y 4 de muestreo presentan una contaminación elevada que superan los Estándares de Calidad para Aguas; a pesar de ello los pobladores utilizan el agua para consumo y recreación, poniendo en riesgo su salud. De acuerdo a los resultados obtenidos se propone un plan de monitoreo, que permitirá estimar la evolución espacial y temporal de la calidad del agua de la cuenca media del río Shilcayo, además evaluar el impacto de las estrategias para el control de la contaminación de la cuenca media del río Shilcayo y también obtener información que sirva de base a las autoridades competentes, para diseñar programas de manejo integral de la cuenca del río Shilcayo.

## Capítulo III

### Materiales y métodos

#### 3.1. Lugar de ejecución

La ubicación política y geográfica de la quebrada Choclino es como se menciona a continuación:

##### a) Ubicación política:

La quebrada Choclino se ubica en el distrito de La Banda de Shilcayo que pertenece a la provincia de San Martín, departamento de San Martín, en el territorio peruano (ver Figura 1).

##### b) Ubicación geográfica:

A continuación, se menciona las coordenadas geográficas del inicio y final de la quebrada Choclino:

Coordenadas inicio muestreo: X: 353678, Y:9285114

Coordenadas finales de muestreo (Desembocadura): X: 349704, Y:9281713

La longitud de la quebrada muestreada es de aproximadamente de 6 km.

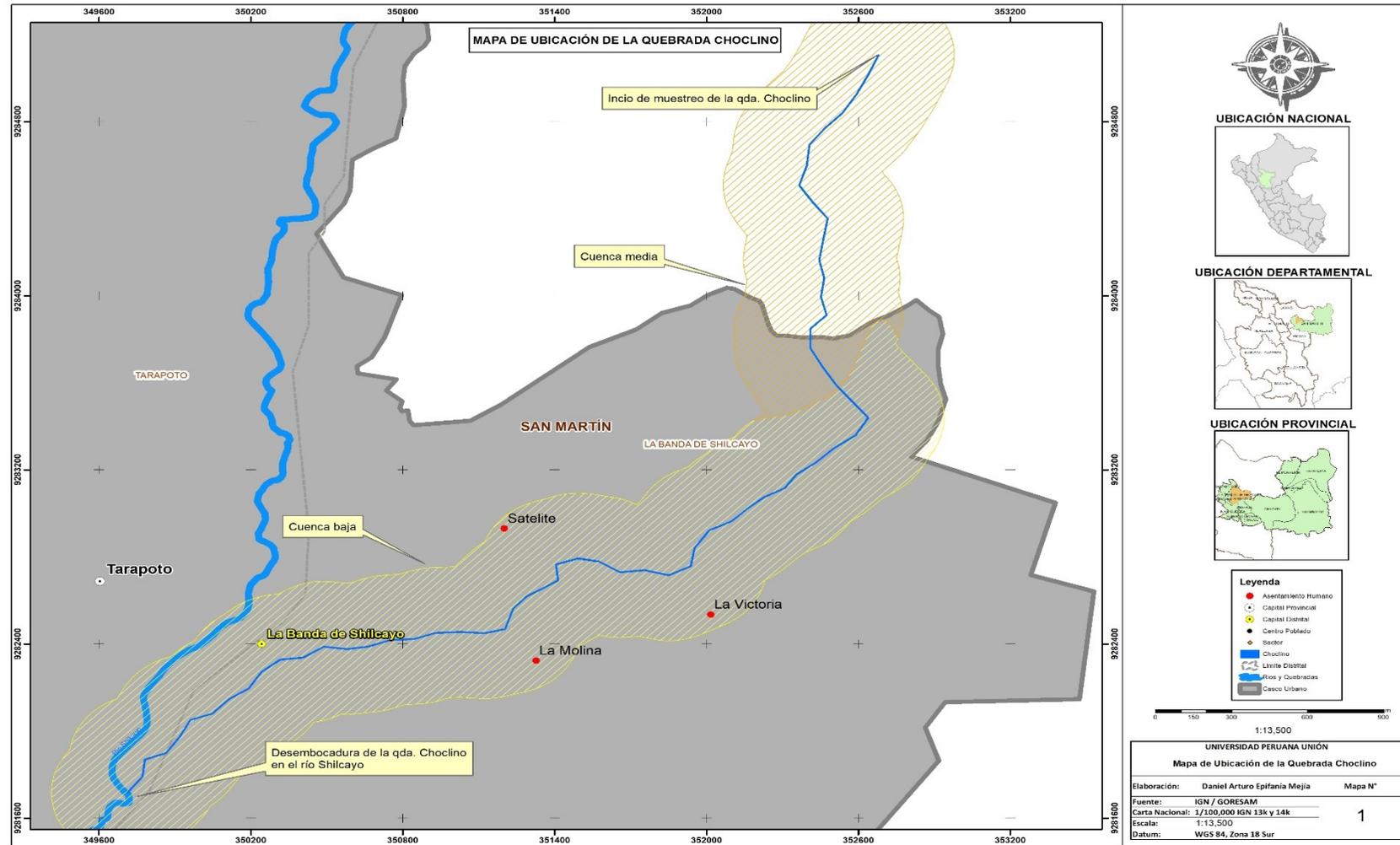


Figura 1. Ubicación geográfica quebrada Choclino.

Fuente: Elaboración propia (2017)

#### **e. Descripción del lugar de ejecución**

El lugar de ejecución involucra a la población que se encuentra asentada en las riberas de dicha quebrada (Flor de la Molina, Brisas de la Molina, Primavera, La Victoria, Ander Becerra, Quinta Elena, Miguel Ruiz y La banda de Shilcayo, que aprovecha el mencionado recurso hídrico para uso, los mismos que tras la evaluación y su interpretación adecuada permita considerarse como una herramienta para la propuesta, implementación y ejecución de programas acorde que permitan mitigar su impacto.

Para el presente estudio se consideró como área de estudio, la parte media y baja de la microcuenca de la quebrada Choclino, debido a que presentaba los siguientes problemas de carácter ambiental (MDBS, 2019). Ver anexo 02.

- Mala disposición de residuos sólidos domiciliarios, por la población asentada en las márgenes de la quebrada Choclino.
- Vertimiento de aguas residuales sin previo tratamiento de parte de las granjas hacia la quebrada Choclino.
- Puntos de descargar clandestinas de efluentes domésticos dentro del casco urbano de la ciudad hacia la quebrada Choclino.

#### **f. Actividades económicas desarrolladas en el área de estudio**

Según la Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), 2005. La quebrada está ubicada en dos zonas de uso que a continuación se describen:

##### **Frente productivo de predominio ganadero**

Constituida por espacios donde se encuentra concentrada la actividad ganadera, que juegan un rol de significativa importancia en la vida económica de la región, donde se beneficia alrededor de 23,000 reses al año. Actividad que, pese a su importancia, se observa leve retraimiento en la expansión de nuevas pasturas cultivadas. La

actividad ganadera generalmente se desarrolla sobre paisajes colinosos y laderas de montaña con pendientes largas y algunas terrazas altas donde no es factible realizar labores agrícolas por falta de agua.

### **Frente productivo de predominio de agricultura diversificada**

En esta unidad agrupamos a todas las áreas deforestadas donde predominan los bosques secundarios en diferentes etapas de regresión, que en su interior contienen algún tipo actividad agropecuaria de subsistencia son áreas que han alcanzado cierta trascendencia en la economía del poblador rural, sea como actividad principal de sostenimiento o como complemento de otra actividad. En esta unidad se agrupa a todos aquellos cultivos que forman parte del autoabastecimiento de las familias rurales cuyos excedentes se ofertan en los mercados cercanos como: arroz de secano, maíz, frijoles, caupí, maní, yuca, plátano, hortalizas, frutales y hasta ganadería en pequeña escala.

Teniendo en cuenta que la información mencionada está a una escala de 1:250,000 se procedió a contrastar el uso actual que se viene dando con una imagen satelital actual (ver Figura 2), en la que podemos apreciar que el uso actual es predominantemente uso de expansión urbano, con agricultura restringida y crianza de animales menores.

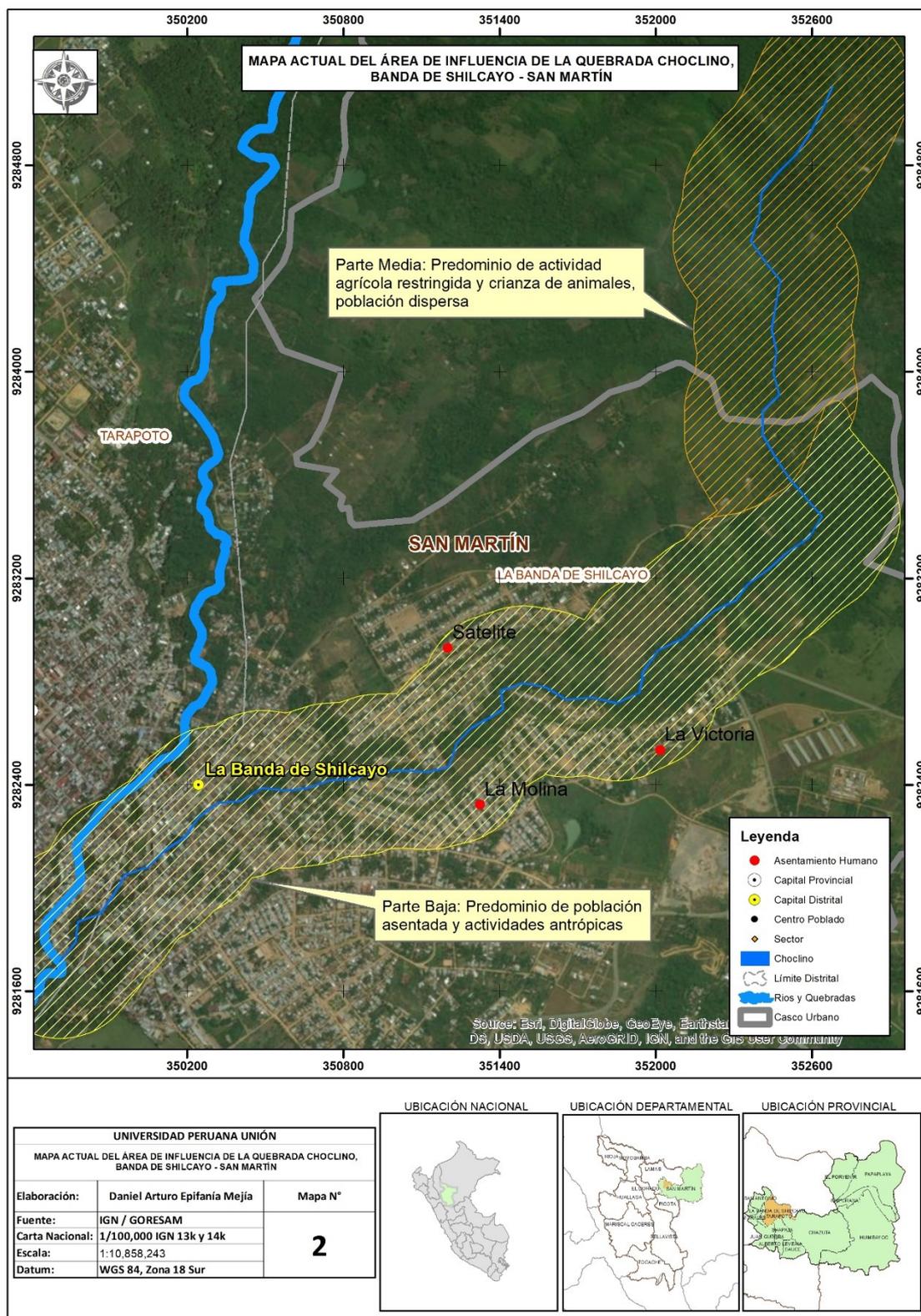


Figura 2. Mapa actual de suelo del área de estudio

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Población y muestra

#### 3.2.1. Población

La población del presente estudio está conformada por la carga contaminante microbiológica (coliformes termotolerantes y coliformes totales) presentes en el agua de la quebrada Choclino, La banda de Shilcayo.

#### 3.2.2. Muestra

Muestra: volumen de muestra de agua recolectado de la quebrada Choclino en el punto de muestreo de acuerdo a los parámetros monitoreados. La muestra está conformada por la concentración microbiológica (coliformes termotolerantes y coliformes totales) presentes en el agua de la quebrada Choclino, en los 63 puntos de estudio.

### 3.3. Diseño de la investigación

Para el desarrollo de la investigación se seleccionó un diseño no experimental transversal de tipo descriptivo, ya que se determinó la concentración de coliformes totales y termotolerantes en 63 puntos de la quebrada Choclino una sola vez (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014) . El esquema del diseño de investigación se muestra en la Figura 2.

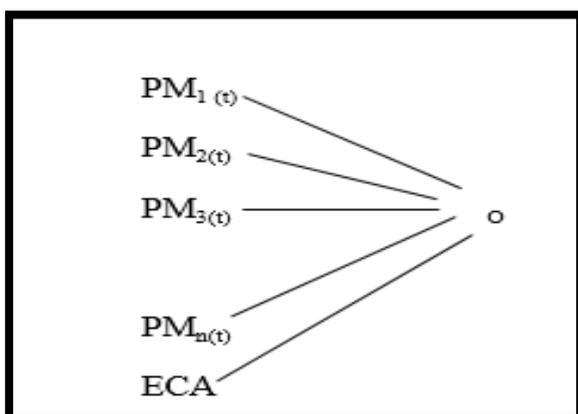


Figura 3. Esquema del diseño de investigación no experimental de tipo tendencia

Fuente: Adaptado de Abanto (2013)

Donde:

$PM_{i(t)}$ : Punto de muestreo “i”; i: 1, 2, 3,..., 63; en el tiempo “t”; t: 1, 2, 3 meses

ECA: Estándar de calidad ambiental microbiológico para aguas superficiales

O: Observación de la variable (coliformes totales, coliformes Termotolerantes) en cada punto de muestreo.

### 3.4. Formulación de la hipótesis

**H<sub>0</sub>**: La concentración de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes del agua de la quebrada Choclino, no supera el ECA de 1000 NMP/100 mL para agua de riego no restringido en la quebrada Choclino.

**H<sub>1</sub>**: La concentración de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes del agua de la quebrada Choclino, supera el ECA de 1000 NMP/100 mL para agua de riego no restringido en la quebrada Choclino.

### 3.5. Variables de estudio

Según Supo (2015), la variable para una investigación descriptiva es única y se denomina variable de estudio. En la presente investigación esta variable de estudio se denomina calidad microbiológica del agua.

Para el desarrollo de la presente investigación se consideraron las siguientes variables de estudio. Las variables de estudio se midieron en cada uno de los 63 puntos de muestreo.

- Concentración de Coliformes totales

Es un parámetro microbiológico, está conformado por todas las bacterias coliformes. Este parámetro se mide en Número más probable (NMP) por 100 mL de agua.

- Concentración de Coliformes Termotolerantes

Es un parámetro mide la concentración de bacterias Gram Negativas y en forma de Bacilos.

La unidad de medida de esta variable es (NMP) por 100 mL de agua.

– Caudal

Esta variable mide el volumen de agua por unidad del tiempo ( $m^3/s$ ). El caudal se midió en cada punto de muestreo.

– Parámetros de campo (pH, Conductividad Eléctrica, Color y Turbidez)

Se consideró cuatro parámetros de campo. El pH, se mide en escala de 0 a 14. La conductividad eléctrica se mide en  $\mu S/cm$ . El color se mide en UCV y la Turbidez en UNT.

### **3.6. Instrumentos de recolección de datos**

#### **3.6.1. Instrumentos**

##### **a. GPS**

Este instrumento se utilizó para ubicar las coordenadas geográficas de los puntos de muestreo. Se utilizó un GPS marca Garmin, modelo Etrex.

##### **b. Multiparámetro**

Se utilizó un multiparámetro marca Ponsel modelo ODEON. Antes de utilizar, el multiparámetro fue calibrado.

##### **c. Jarra volumétrica**

Se utilizó material volumétrico para medir el volumen de las muestras de agua.

##### **d. Observador**

Para la determinación del NMP, se utilizó la técnica de tubos múltiples. Esta técnica requiere de la participación de un observador entrenado en este método y del uso de tablas de índice de número más probable.

### **3.6.2. Materiales y equipos**

Los principales materiales, equipos e instrumentos utilizados en las etapas de estudio son los siguientes:

#### **Materiales**

- Formatos de campo
- Libreta de campo
- Marcador indeleble
- Guantes descartables
- Cooler
- Materiales de escritorio

#### **Equipos**

- Cámara fotográfica
- Laptop

#### **Indumentaria de Protección**

- Zapatos de seguridad
- Casco
- Chaleco

### **3.7. Técnicas de recolección de datos y validación de instrumentos**

#### **3.7.1. Técnicas de recolección de datos**

Para la recolección de datos se utilizó la técnica observacional, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), esta técnica se basa en la utilización de los sentidos para la recolección de datos.

### 3.7.2. Validación de Instrumentos

Los instrumentos mecánicos de medición de las variables (GPS, Multiparámetro) fueron calibrados en un laboratorio antes de ser utilizados. Asimismo, el observador que midió las variables de estudio fue una persona con experiencia.

### 3.8. Plan de procesamiento de datos

El procesamiento de datos se realizó teniendo en cuenta los lineamientos establecidos en el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado mediante Resolución Jefatural N.º 010-2016-ANA (Autoridad Nacional del Agua, 2016). Estos lineamientos consideran análisis estadísticos descriptivos como tablas de frecuencia, gráficos estadísticos (Barras, sectores y de líneas). Asimismo, se realizó la prueba de hipótesis para una muestra (T student), con 95% de confianza.

#### 3.8.1. Recursos humanos

Los recursos humanos necesario para el monitoreo de calidad de agua según el protocolo debe contar como mínimo con dos (02) personas, a fin de que se realice una distribución homogénea de las actividades en campo.

#### 3.8.2. Ubicación de los puntos de muestreo

Para definir el punto de muestreo se tuvo en cuenta la caracterización general y detallada de la quebrada en evaluación, asimismo también se tuvo en cuenta los siguientes criterios:

- **Identificación:** El punto de muestreo fue identificado y reconocido claramente mediante el sistema de posicionamiento satelital (GPS).
- **Accesibilidad:** El acceso al punto de muestreo es por vía terrestre
- **Representatividad:** Con la finalidad de que las muestras sean representativas se ha elegido el punto de muestreo muy representativo.

### **3.8.3. Frecuencia de monitoreo**

La frecuencia de muestreo se establece de acuerdo a la estacionalidad pudiendo ampliar la frecuencia de acuerdo a los impactos negativos que se generan en los recursos hídricos y población; así como la disponibilidad de recursos económicos necesarios para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio.

### **3.8.4. Toma de muestra de agua**

Para la toma de muestra en este estudio se tomó ciertos criterios en cada punto seleccionado para muestreo, pudiendo ser de tipo simple o puntual, la cual consistió en la toma de una porción de agua en un punto o lugar determinado para su análisis individual. Estas representan las condiciones y características de la composición original de cuerpo de agua para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en el instante en el que se realizó su recolección. O muestra compuesta que es el resultado de la mezcla homogenizada de varias muestras simples colectadas durante un periodo determinado según proporciones concretas; Este tipo de muestra se emplea cuando se requiere conocer las condiciones promedio en un determinado periodo.

- a. El personal responsable se colocó las botas de jebe y los guantes descartables antes del inicio de la toma de muestras de agua.
- b. También se ubicó en un punto medio de la corriente principal, donde la corriente sea homogénea, evitando aguas estancadas y poco profundas.
- c. Se midió los parámetros de campo directamente en el río.
- d. Antes de coleccionar las muestras, los frascos se enjuagaron como mínimo dos veces, a excepción de los frascos para el análisis de los parámetros microbiológicos.
- e. Se cogió la botella por debajo del cuello, y fue sumergida en dirección opuesta al flujo de agua.

- f. Se consideró un espacio de alrededor de 1 % aproximadamente de la capacidad del envase para aquellos parámetros que requieran preservación.
- g. Para muestras microbiológicas se dejó un espacio del 10% del volumen del recipiente para asegurar un adecuado suministro de oxígeno para las bacterias.
- h. Para el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO5), el frasco se llenó lentamente en su totalidad para evitar la formación de burbujas.
- i. Se evitó en lo posible coleccionar suciedad, películas de la superficie o sedimentos del fondo.

### **3.8.5. Medición de parámetros en campo**

Se recomienda que la medición de los parámetros en campo se realice tomando una muestra del recurso hídrico utilizando un balde limpio (realizar el enjuague) o pudiéndose realizar directamente en el recurso hídrico.

### **3.8.6. Registro de datos de campo**

Ficha de registro de campo: Utilizada en el monitoreo y que debe acompañar al Informe Técnico que elabore el profesional que realice la actividad, deberá contener la siguiente información:

- Se registró el código del punto de muestreo, origen de la fuente, descripción clara y definida del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, localidad, distrito, provincia y departamento, coordenadas de ubicación del punto de muestreo, datos personales de quien realizó la toma de muestra, las condiciones climáticas y otras observaciones pertinentes en el punto de muestreo.
- Se registró todas las mediciones realizadas en el monitoreo.
- Para realizar esta actividad será necesario contar con equipos de medición de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, termómetro, turbidímetro y GPS, Ejm. Equipo Multiparámetro.

### **3.8.7. Medición del caudal**

Para la medición del caudal se optó por el método del flotador, cabe resaltar que este dato se tomara en cada punto de muestreo; Este método consiste en estimar la velocidad y el área de la sección transversal, para encontrar la velocidad e selecciona un tramo homogéneo y se estima un recorrido que representara el flotador, esta distancia debe oscilar entre 30 a 100 metros según el caudal y tamaño el recurso, se inicia la operación lanzando el flotador al inicio del tramo seleccionado, se estima el tiempo utilizado por el flotador en completar el espacio seleccionado, así se debe repetir varias veces para descartar valores erraos, este se representara en m/s . Para obtener la sección transversal (A) se debe extender una cuerda entre ambas orillas para medir longitud, luego se debe medir las profundidades a lo largo del cauce tomando referencia la cuerda, luego estimar el área de la sección transversal. Finalmente, el caudal se obtendrá de la multiplicación de la velocidad por el área transversal.

$$Q = V \times A$$

### **3.8.8. Identificación de las muestras de agua**

Los recipientes deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente.

### **3.8.9. Conservación y envío de las muestras de agua**

Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada en los “Requisitos para toma de muestras de agua y manipulación”, disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, otros).

Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas y derrames. En el caso de utilizar hielo, colocar este en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua.

En el caso de las muestras para análisis microbiológico se recomienda entregar estas al laboratorio dentro de las 6 horas después del muestreo y conservadas (aguas superficiales y residuales), refrigerar a 4°C.

Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de: Ficha de Cadena de Custodia, Ficha de Muestreo y el oficio de la Institución solicitante del análisis; documentos que en caso de ser remitidos dentro del “Cooler” deberán colocarse en un sobre plastificado a fin de evitar que se deterioren. Los formatos e información requerida se indican en la “Ficha de Cadena de Custodia y Ficha de Muestreo”.

### **3.8.10. Aseguramiento y control de calidad**

Aseguramiento y control de calidad son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza, o puede ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos fiables y precisos.

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- Asegurarse que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos establecidos en el presente protocolo.
- Enviar toda la documentación (formatos, cadena de custodia, etiqueta, oficios, etc) de las muestras asegurando que los datos de campo no varíen en su descripción.
- Es esencial que el personal de campo esté capacitado para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.

- Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo se requiere considerar los siguientes blancos y duplicados de acuerdo a las determinaciones analíticas:

### **Microbiológico**

- Blanco Viajero: Se coloca agua destilada estéril en un frasco de muestreo, se realiza un análisis de recuento de bacterias heterótrofas, para determinar que el agua no contiene ningún microorganismo presente. El blanco viajero se coloca en la misma caja de muestreo con el resto de frascos, este se mantendrá cerrado durante todo el tiempo de muestreo, para luego ser analizado conjuntamente con las muestras. Este blanco permite comprobar una posible contaminación por el transporte y procedimientos de almacenamiento en campo.
- Duplicados de Muestreo: Cada diez muestras se debe preparar una muestra duplicada de muestreo, que consiste en llenar dos frascos con una misma muestra de agua extraída del mismo lugar y en el mismo tiempo. De esta forma se verifica la variabilidad en los resultados debido al manipuleo, conservación o contaminación de las muestras corrientes.

#### **3.8.11. Procesamiento de muestras**

Cabe indicar que las muestras se procesaron en el laboratorio de EPS Tarapoto, la técnica será del Número más probable, a continuación, se detalla su procedimiento.

La determinación de microorganismos coliformes totales por el método del Número más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa.

En la fase presuntiva el medio de cultivo que se utiliza es el caldo lauril sulfato de sodio el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren

presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono. Durante la fase confirmativa se emplea como medio de cultivo caldo lactosado bilis verde brillante el cual es selectivo y solo permite el desarrollo de aquellos microorganismos capaces de tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante.

La determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubados a una temperatura de  $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  por un periodo de 24 a 48 h.

La búsqueda de *Escherichia coli* se realiza a partir de los tubos positivos de caldo EC, los cuales se siembran por agotamiento en medios selectivos y diferenciales (Agar Mac Conkey, Agar eosina azul de metileno) y posteriormente realizando las pruebas bioquímicas básicas (IMViC) a las colonias típicas.

#### **a) Medios de cultivo y diluyentes**

Para análisis de agua Para la preparación del medio de cultivo utilizado en la prueba presuntiva de muestras de agua o hielo.

- Cinco ó 10 tubos de 22 x 175 mm con 10.0 mL de caldo lauril sulfato de sodio o caldo lactosado concentración doble o triple con campana de Durham.
- Cinco ó 10 tubos de 16 x 150 mm con 10.0 mL de caldo bilis verde brillante con campana de Durham.
- Cinco ó 10 tubos de 16 x 150 mm con 10.0 mL de caldo EC y campana de Durham o caldo EC MUG con campana de Durham.
- Dos cajas Petri con agar para métodos estándar
- Dos cajas Petri con agar Eosina azul de metileno
- Seis tubos de 13 x 100 con 3.0 mL c/u de caldo RM-VP
- Tres tubos de 13 x 100 con 3.0 mL c/u de caldo triptona o agar SIM (opcional)

- Tres tubos de 13 x 100 con 3.5 mL c/u de caldo citrato de Koser o citrato de Simmons (opcional).

### Procedimiento

A continuación, se detalla el procedimiento a seguir según el método del número más probable (Ver Figura 4).

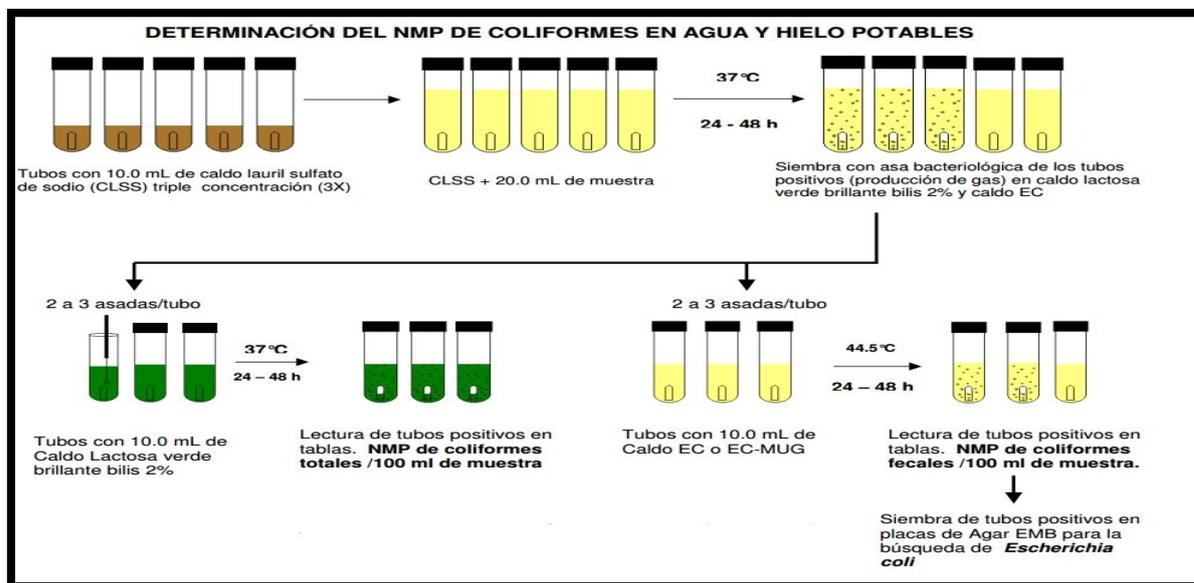


Figura 4. Determinación del NMP de coliformes en Agua y Hielo potables

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México (2014)

### b) Prueba presuntiva

Agitar la muestra y transferir volúmenes de acuerdo con la figura 2, a cada uno de los tubos con caldo lauril sulfato de sodio que se hayan seleccionado. Agitar los tubos para homogeneizar la muestra.

Incubar los tubos a  $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ . Examinar los tubos a las 24 h. y observar si hay formación de gas (desplazamiento del medio en la campana de Durham); si no se observa producción de gas, incubar 24 h. más.

### c) Prueba confirmativa de microorganismos coliformes totales

- Transferir de 2 a 3 asadas de cada tubo positivo obtenido durante la prueba presuntiva, a otro tubo de 16 x 150 mm que contiene caldo de bilis verde brillante (brila), con campana de Durham.

- Agitar los tubos para su homogeneización.
- Incubar a  $35 \pm 2^{\circ}\text{C}$  durante 24 a 48 h.
- Registrar como positivos aquellos tubos en donde se observe turbidez (crecimiento) y producción de gas después de un período de incubación de 24 a 48 h.
- Consultar la tabla 1 ó 2 de NMP para conocer el número más probable de organismos coliformes totales/100 mL.

#### **d) Prueba confirmativa de microorganismos coliformes fecales**

- Transferir de 2 a 3 asadas de cada tubo positivo obtenido durante la prueba presuntiva (caldo lauril sulfato de sodio) a un tubo de 16 x 150 mm, con caldo EC conteniendo campana de Durham.
- Agitar los tubos para su homogeneización.
- Incubar a  $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$  en incubadora o un baño de agua durante 24 a 48 h.
- Registrar como positivos todos los tubos en donde se observe crecimiento y producción de gas después de un período de incubación de 24 a 48 h.
- Consultar la tabla 1 ó 2 de NMP para conocer el número más probable de organismos coliformes fecales/ 100 mL.

#### **e) Cálculos de resultados**

Calcular la densidad microbiana con base en el número más probable conforme al procedimiento señalado en la figura 3, (que se muestra a continuación y es utilizado para el análisis de agua), para estimar la población de bacterias coliformes totales, bacterias coliformes fecales y *Escherichia coli* de acuerdo con las diluciones empleadas.

Expresar en NMP/g o mL para alimentos y NMP/100 mL para agua. En el caso de usar volúmenes de 20 mL de muestras de agua en 5 tubos o 10 mL de muestras de agua en 10 tubos, utilizar las siguientes Tablas:

En la Tabla 1, se presenta el índice del NMP con 95% de límite de confianza para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 5 tubos con 20 mL de muestra de agua o hielo.

Tabla 1

*Índice del NMP con 95% para cinco tubos*

| N° de Tubos Positivos | NMP/100 mL | 95% de Límite de Confianza (aproximado) |          |
|-----------------------|------------|---|----------|
|                       |            | Inferior                                | Superior |
| 0                     | <1,1       | 0                                       | 3,0      |
| 1                     | 1,1        | 0,05                                    | 6,3      |
| 2                     | 2,6        | 0,3                                     | 9,6      |
| 3                     | 4,6        | 0,8                                     | 14,7     |
| 4                     | 8,0        | 1,7                                     | 26,4     |
| 5                     | >8,0       | 4,0                                     | Infinito |

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México (2014)

En la Tabla 2, se muestra el índice del NMP con 95% de límite de confianza para varias combinaciones de resultados positivos y negativos cuando se usan 10 tubos con 10 mL de muestra de agua o hielo.

Tabla 2

*Índice del NMP con 95% para diez tubos*

| N° de Tubos Positivos | NMP/100 mL | 95% de Límite de Confianza (aproximado) |          |
|-----------------------|------------|---|----------|
|                       |            | Inferior                                | Superior |
| 0                     | <1,1       | 0,0                                     | 3,0      |
| 1                     | 1,1        | 0,03                                    | 5,9      |
| 2                     | 2,2        | 0,26                                    | 8,1      |
| 3                     | 3,6        | 0,69                                    | 10,6     |
| 4                     | 5,1        | 1,3                                     | 13,4     |
| 5                     | 6,9        | 2,1                                     | 16,8     |
| 6                     | 9,2        | 3,1                                     | 21,1     |
| 7                     | 12,0       | 4,3                                     | 27,1     |
| 8                     | 16,1       | 5,9                                     | 36,8     |
| 9                     | 23,0       | 8,1                                     | 59,5     |
| 10                    | >23,0      | 13,5                                    | Infinito |

Fuente: Universidad Nacional Autónoma de México (2014)

### 3.8.12. Procesamiento de Mapas

En esta etapa se tomó todos los datos de cada punto de muestreo georreferenciados y se generó un mapa en el cual se ponderaron los valores de punto a punto, obteniendo así, un mapa definido por colores en el cauce de la quebrada que permitirá ilustrar la evaluación que se hizo durante todo el tiempo del presente estudio.

El procesamiento de mapas se desarrolló de la siguiente manera:

- Importación de tabla de Excel conteniendo los puntos de los datos tomados en cada punto de muestro al Software Arc Gis 10.4.1.
- Convertir a Shapefile los puntos de muestro con toda su información.
- Se cargó al software el rio Chocloro digitalizado en formato Shapefile.
- Se seccionó el ámbito de influencia del análisis a interpolar.

A continuación, se describe el proceso de interpolación mediante el método Kriging.

- a. La interpolación se realizó con el método Kriging, se consideró este método por ser interpolación mediante distancia inversa ponderada que determina los valores de celda a través de una combinación ponderada linealmente de un conjunto de puntos de muestra. La ponderación es una función de la distancia inversa. La superficie que se interpola debe ser la de una variable dependiente de la ubicación. Este método presupone que la variable que se representa cartográficamente disminuye su influencia a mayor distancia desde su ubicación de muestra.
- b. En la caja de herramientas del software se encuentra la opción interpolar, seguidamente se elige el método y se cargan los datos de entrada que son los puntos, quebrada y ámbito de influencia, esto da como resultado valores ponderados intermedios entre punto y punto, representados por una coloración según el valor.
- c. Seguido de arma el mapa con los componentes complementarios que son: Escala, norte magnético, leyenda, información, grillas y coordenadas.

## **Capítulo 4**

### **Resultados y discusión**

#### **4.1. Resultados**

##### **4.1.1. Determinación de los parámetros de campo**

Las Figuras que se presentan a continuación corresponden a los resultados de evaluación en la determinación de la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados en los 63 puntos de muestreo a lo largo del río Choclino.

##### **a. Turbiedad**

Los contaminantes que causan turbiedad en el agua son las partículas en suspensión, tales como arcilla, minerales, sedimento, materia orgánica e inorgánica finamente dividida. La evaluación de la turbiedad en los 63 puntos a lo largo de la quebrada Choclino, permite valorar la concentración de turbidez durante el periodo de evaluación en comparación con la normativa aplicable.

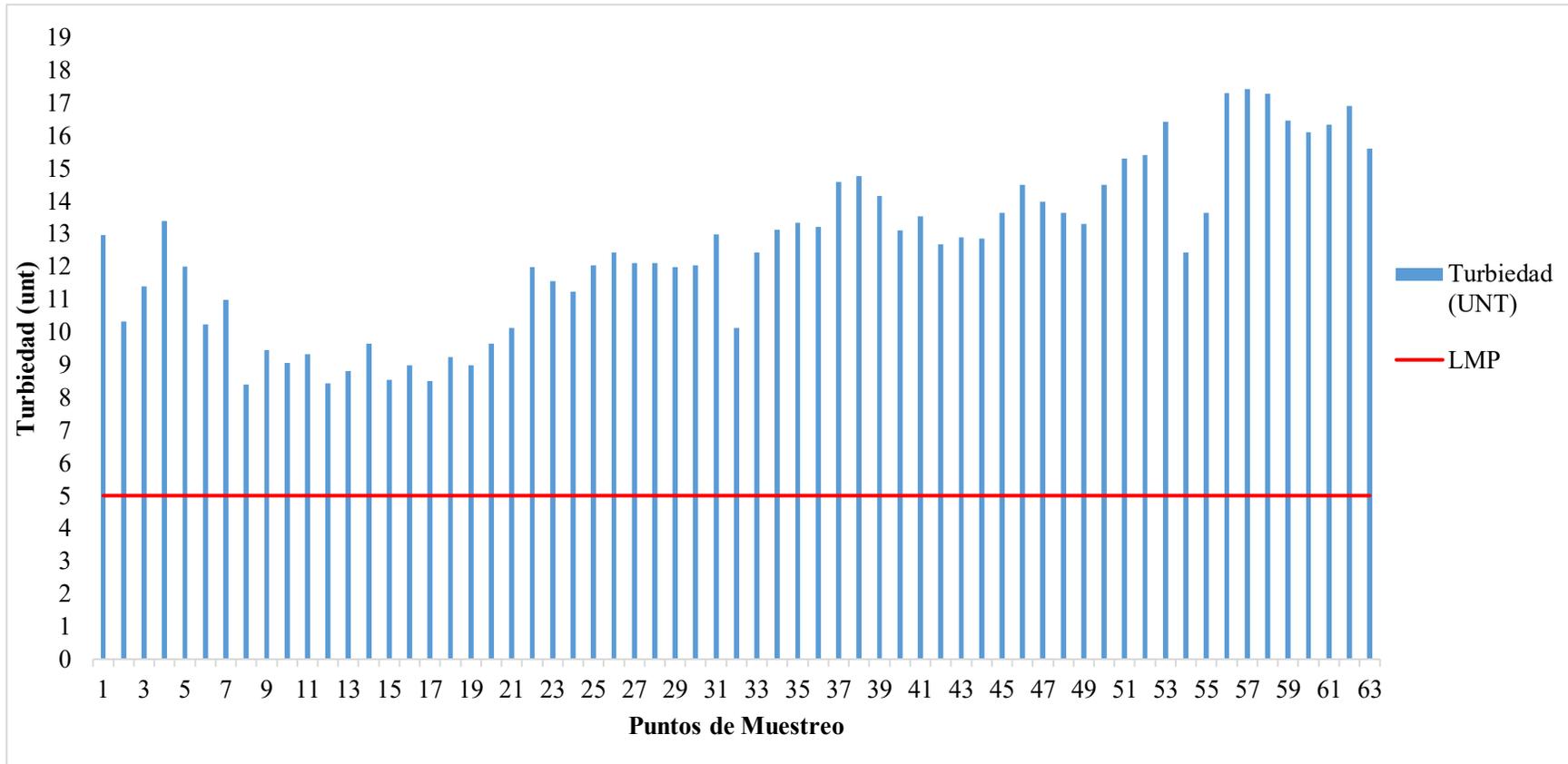


Figura 5. Turbidez de la quebrada Chocolino en los puntos de estudio

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 5 se puede observar el comportamiento de la turbidez a lo largo de los puntos muestreados los cuales superan ampliamente los límites máximos permisibles, en tal sentido la carga máxima de turbidez se obtuvo en el punto de muestreo N<sup>o</sup> 57, con una concentración de 17.43 UNT y por otro lado la carga mínima de turbidez se obtuvo en el punto 8 con una concentración de 8.4 UNT.

#### **b. pH**

El pH de las aguas naturales se debe a la composición de los terrenos atravesados, así pues, el pH alcalino indica que estos son calizos, un pH ácido que son silíceos. En la evaluación del pH en los 63 puntos a lo largo de la quebrada Choclino, la Figura 6 nos permite valorar el pH durante el periodo de evaluación en comparación con la normativa aplicable.

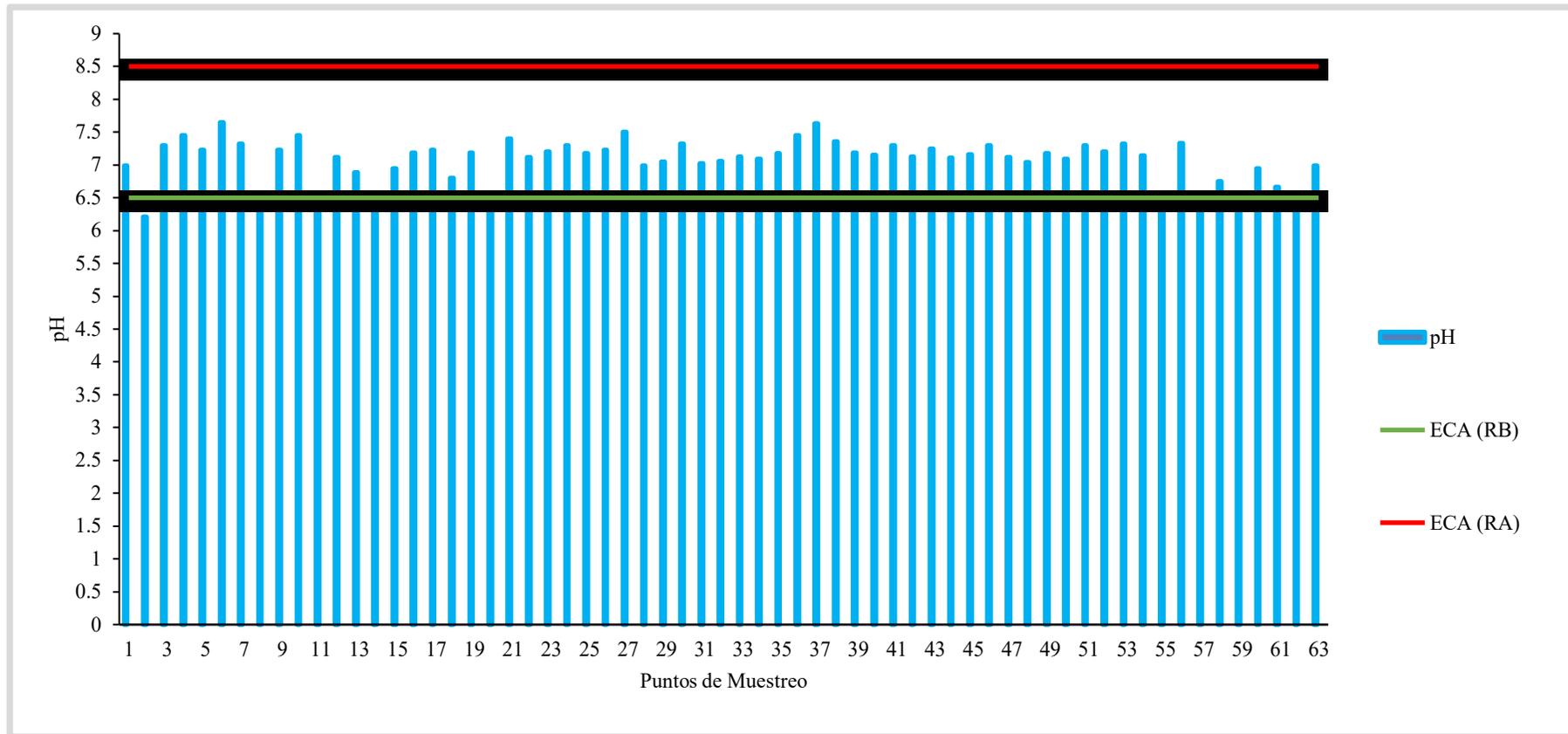


Figura 6. pH de la quebrada Choclino en los puntos de estudio

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 6 se puede observar el comportamiento del pH a lo largo de los puntos muestreados los cuales la mayoría está dentro del rango de los Estándares de calidad ambiental (6.5 a 8.5) , a excepción del punto N° 2 (6.21), 8,14, 57 (6.43), 59 y 62 (6.34), los cuales están debajo del ECA con los valores de unidades de pH respectivamente, en tal sentido el nivel máximo de pH se obtuvo en el punto de muestreo N° 6, con una concentración de 7.65 unidades de pH, de los cuales ninguno supera el rango del ECA.

### **c. Color**

El color verdadero en el agua se examina como parámetro de aceptación de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra colorida y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha coloración. Los resultados de la evaluación del color en los 63 puntos a lo largo de la quebrada Choclino, se pueden observar en la Figura 7 en comparación con la normativa aplicable.

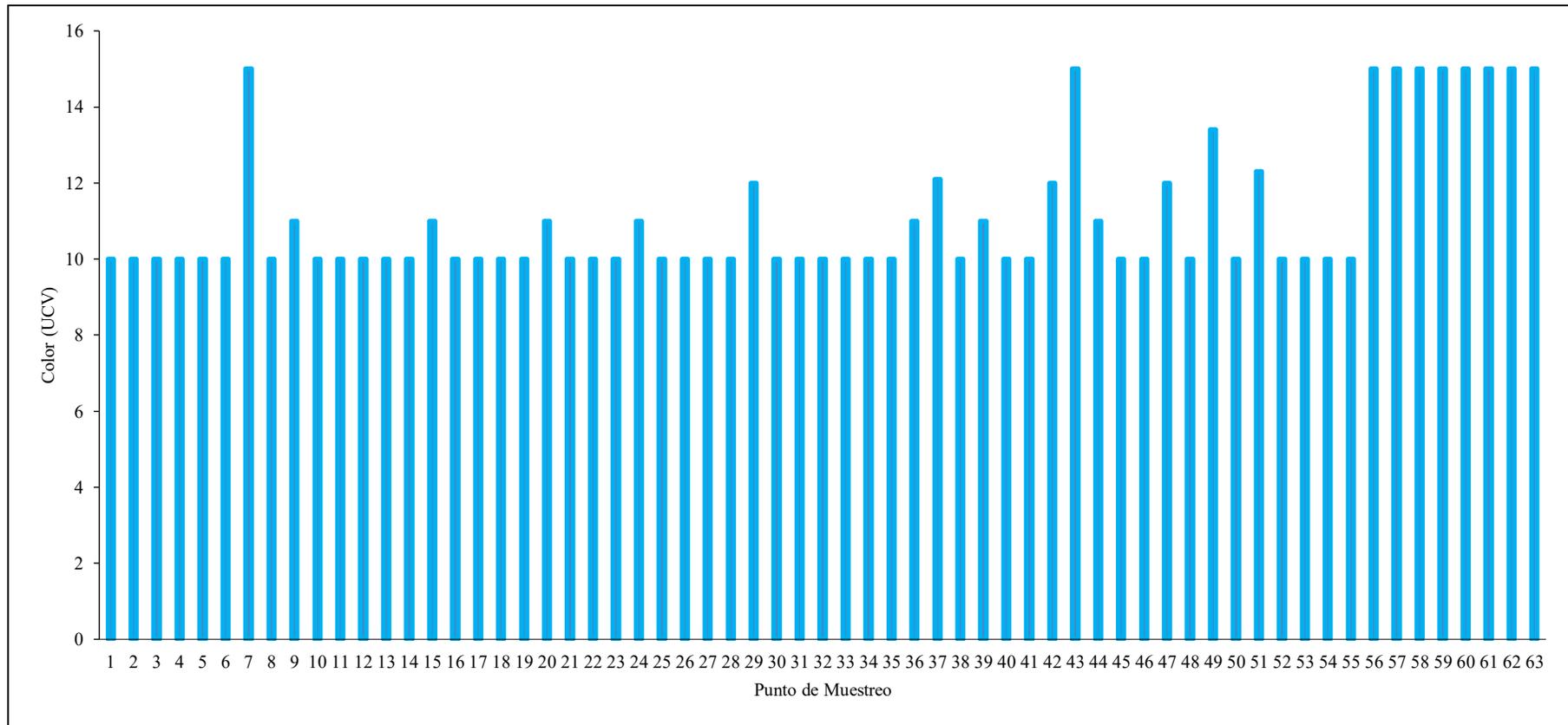


Figura 7. Color del agua de la quebrada Choclino

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 7 se puede observar el comportamiento del color a lo largo de los puntos muestreados los cuales no superan los Estándares de calidad Ambiental, en tal sentido el nivel máximo de color se obtuvo a partir del punto de muestreo N° 56 en adelante hasta el 63, todos ellos con una concentración de 15 UC, por tal motivo ninguno supera el ECA, siendo 100 UCV el valor máximo.

#### **d. Conductividad**

La evaluación de la conductividad eléctrica (CE) en aguas ayuda a conocer la aptitud de ésta para transmitir la corriente eléctrica, de los iones presentes y de la viscosidad del medio en el que éstos han de moverse. La Figura 8 presenta los resultados de la medición de la conductividad en los 63 puntos a lo largo de la quebrada Choclino.

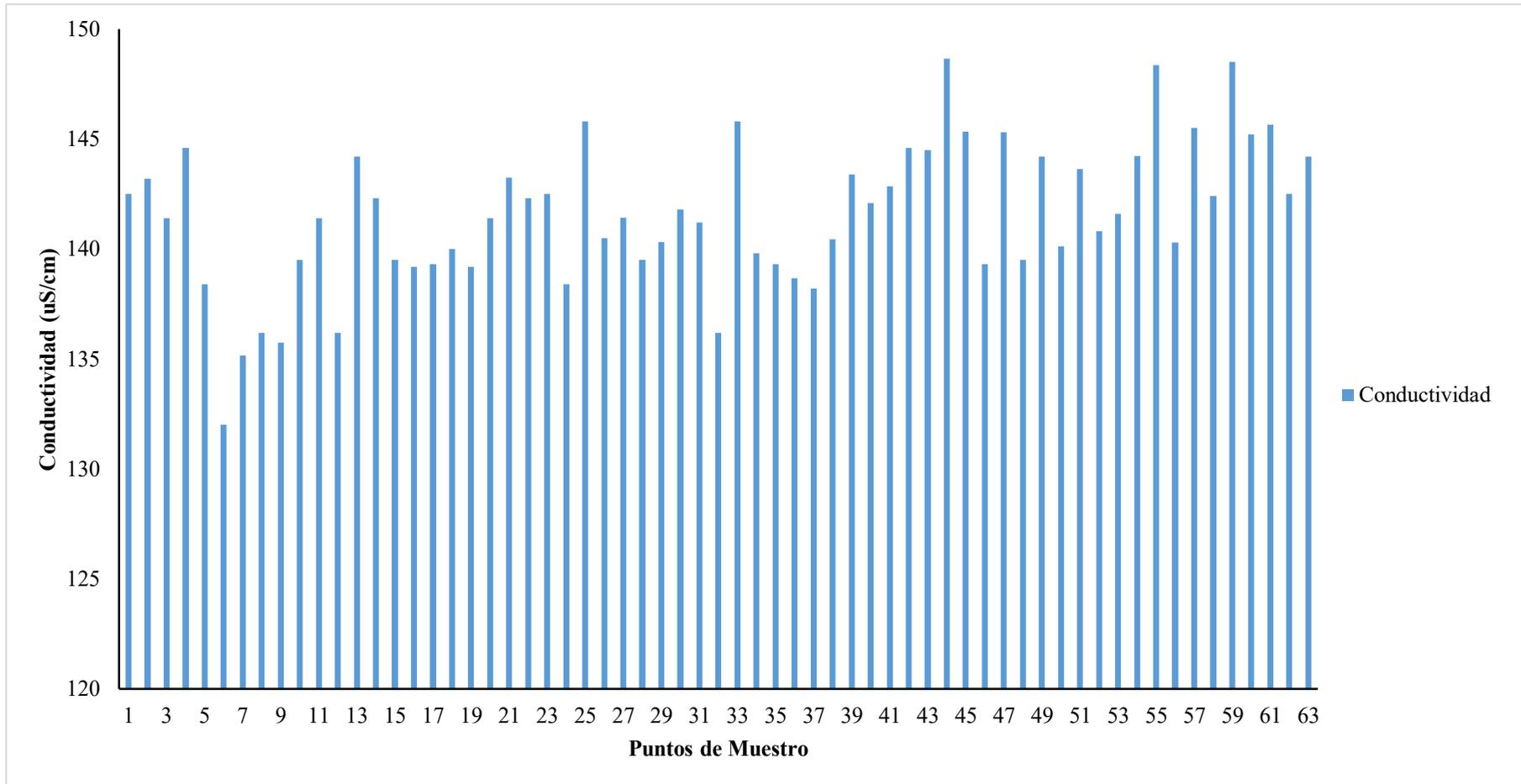


Figura 8. Conductividad del agua de la quebrada Choclino

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8 se puede observar el comportamiento de la conductividad a lo largo de los puntos muestreados los cuales no superan los estándares de calidad ambiental, en tal sentido el nivel máximo de conductividad se obtuvo en el punto de muestreo 44 con una concentración de 148.65  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , finalmente ninguno de ellos supera los ECA en el cual el valor máximo según la normativa aplicable es 2500.

#### **e. Caudal**

Por las características que presenta el cauce de la quebrada Choclino se aplicó el método de aforo (flotador) para la medición de caudal; en dicho proceso se tuvo en cuenta el protocolo establecido por la Autoridad Nacional del Agua (ANA).

Se debe tener en cuenta que, al analizar los valores obtenidos en el proceso de evaluación, el primer punto es el que presentó el menor valor, el cual solo alcanza 35 L/s y a medida que avanza en su recorrido tiende a aumentar debido a los tributarios menores de la mencionada quebrada; la cual alcanza 193 L/s en su último punto de evaluación (Ver Anexo 3).

### **4.1.2. Determinación de parámetros microbiológicos**

#### **a) Coliformes termotolerantes**

Los Coliformes termo tolerantes son indicadores de la contaminación microbiana que proviene de restos fecales en gran mayoría provenientes de las personas y el tercero que pueden ser hongos, protozoarios, algas, etc. El resultado obtenido de la evaluación de este parámetro en los 63 puntos de muestreo se presenta en la Figura 9, que se muestra a continuación.

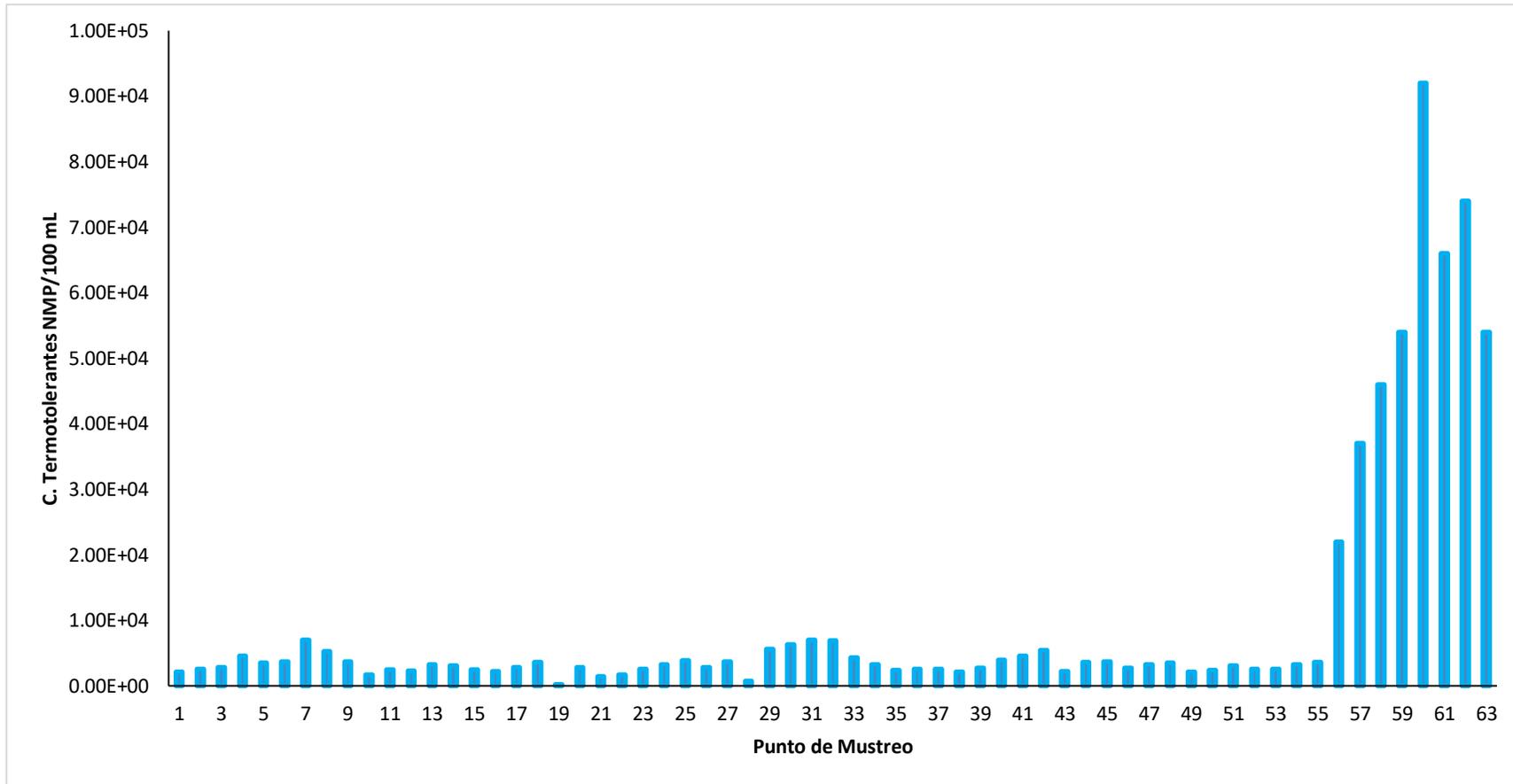


Figura 9. Coliformes termotolerantes de la quebrada Choclino

Fuente: Elaboración propia, 2018

En la Figura 9 se puede observar el comportamiento de los Coliformes termotolerantes a lo largo de los puntos muestreados los cuales todos superan los estándares de calidad ambiental, en tal sentido el nivel máximo de Coliformes termotolerantes se obtuvo en el punto de muestreo N° 60, con una concentración de  $9.2 \times 10^4$  NMP/100 mL, superando ampliamente el ECA (Valor máximo 1000 NMP/100 mL).

#### **b) Coliformes totales**

La presencia de Coliformes Totales indica que el agua está contaminada con excremento o desechos de alcantarillas, y tiene el potencial de causar enfermedades. Los resultados obtenidos de la evaluación de este parámetro en los 63 puntos de muestreo se presentan en la Figura 10, que se muestra a continuación.

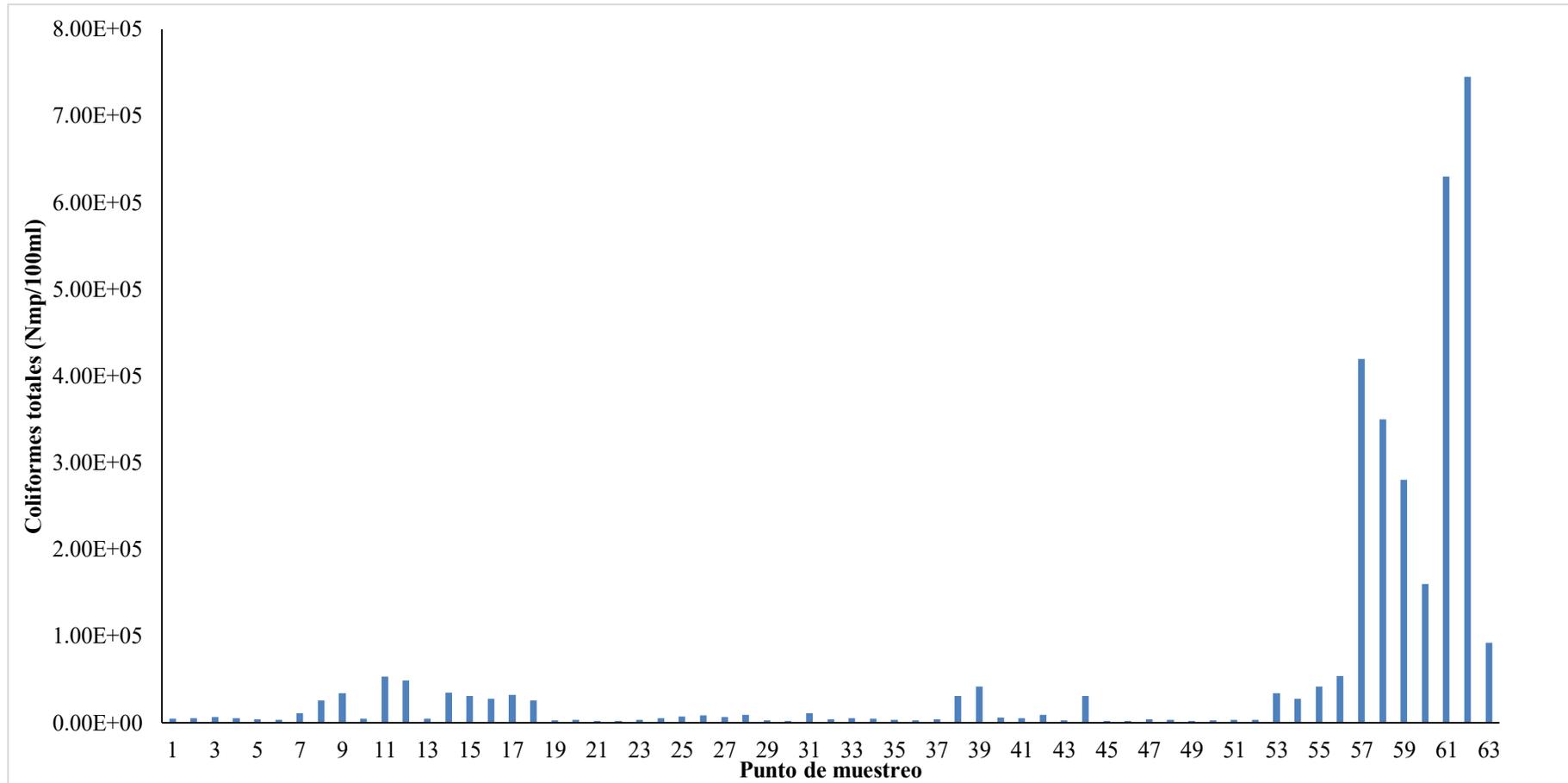


Figura 10. Gráfico de Coliformes Totales de la quebrada Choclino

Fuente: Elaboración propia, 2018.

En la Figura 10 se puede observar el comportamiento de los Coliformes termotolerantes a lo largo de los puntos muestreados los cuales todos superan el valor máximo de los (1000), en tal sentido el nivel máximo de Coliformes termotolerantes se obtuvo en el punto de muestreo N° 62, con una concentración de  $7.45 \times 10^5$  NMP/100 mL, y el nivel mínimo de Coliformes termotolerantes se obtuvo en el punto de muestreo N° 30, con una concentración de  $2.0 \times 10^3$  NMP/100 mL, superando ampliamente el ECA.

Los parámetros microbiológicos fueron los de mayor interés para la investigación, los cuales no cumplieron los Estándares de Calidad Ambiental de coliformes termotolerantes y totales (1000 NMP/100mL) lo que indica contaminación por actividades antropogénicas. Esto significa que existe un alto riesgo para la salud de las personas que utilizan estas fuentes hídricas para recreación de contacto primario. De acuerdo con Terleira, (2010) los puntos de monitoreo cercanos a zonas urbanizadas, presentan mayor concentración de coliformes termotolerantes.

#### **4.1.3. Comparación de parámetros microbiológicos con la normativa**

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para coliformes termotolerantes es 1000 NMP/100 mL para la categoría riego de vegetales y bebida de animales, agua de riego no restringido. El p-valor de la prueba T para la concentración de coliformes termotolerantes fue 0,000. Por esta razón, se acepta la hipótesis alterna, el cual indica que la concentración de coliformes termotolerantes sobrepasa la normativa.

El Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para coliformes totales es 1000 NMP/100 mL para la categoría riego de vegetales y bebida y análisis, agua de riego no restringido. El p-valor de la prueba T para la concentración de coliformes totales fue 0,003. Por tanto, se acepta la hipótesis alterna, el cual indica que la concentración de coliformes totales sobrepasa la normativa.

#### **4.1.4. Elaboración del plan de manejo ambiental**

El plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino, está conformado por los siguientes componentes: Introducción, marco legal, presentación del plan, objetivos, programas de manejo y el cronograma y presupuesto.

##### **Propuesta de plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino.**

#### **1. Introducción**

Uno de los objetivos de esta investigación es proponer un plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino con fines de conservación de áreas naturales destinados a preservar los recursos naturales que garanticen la calidad ecológica de esta microcuenca.

La microcuenca de la quebrada Choclino ofrece múltiples servicios ecosistémicos. Sin embargo, la actual situación ambiental de la quebrada, muestra que debido a la actividad antropogénica inadecuada que se realiza, ha generado impactos negativos que deben atenuarse en base a estrategias de conservación de recursos naturales. Debido a ello en la presente investigación se plantean acciones tendientes a reducir la contaminación del recurso hídrico.

#### **2. Marco Legal**

##### **Ley de los Recursos Hídricos Ley N° 29338.**

**Artículo 76°. Vigilancia y fiscalización del agua:** También establece medidas para prevenir, controlar y remediar la contaminación del agua y los bienes asociados a esta. Asimismo, implementa actividades de vigilancia y monitoreo, sobre todo en las cuencas donde existan actividades que pongan en riesgo la calidad o cantidad del recurso (Autoridad Nacional del Agua, 2009)

**Artículo 79°. Vertimiento de agua residual:** La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los

Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización. (Autoridad Nacional del Agua, 2009)

**Artículo 131°. Aguas residuales y vertimientos:** Aguas residuales, aquellas cuyas características originales han sido modificadas por actividades antropogénicas, tenga que ser vertidas a un cuerpo natural de agua o reusadas y que por sus características de calidad requieren de un tratamiento previo.

Vertimiento de aguas residuales, es la descarga de aguas residuales previamente tratadas, en un cuerpo natural de agua continental o marítima. Se excluye las provenientes de naves y artefactos navales.

**Artículo 132°. Aguas residuales domésticas y municipales:** Las aguas residuales domésticas, son aquellas de origen residencial, comercial e institucional que contienen desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

Las aguas residuales municipales son aquellas aguas residuales domésticas que puedan incluir la mezcla con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial siempre que éstas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado”.

#### **Resolución Jefatural N° 201-2017-ANA**

Resuelve aprobar el reglamento de para delimitación y mantenimiento de fajas marginales, estableciéndose los criterios, términos y métodos para efectuar la delimitación, aprobación, señalización y mantenimiento de las fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales, siendo de aplicación nacional y de cumplimiento obligatorio.

### **Ley 28611. Ley General del Ambiente**

La Ley General del Ambiente es el marco normativo legal para la gestión ambiental que establece principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.

### **Ley 28245. Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental**

La Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental establece las reglas para la organización de la gestión ambiental en el país, considerando su carácter transectorial. En tal sentido, el ejercicio de las funciones ambientales a cargo de las entidades públicas se organiza bajo este Sistema y la dirección de su ente rector, en ese entonces el CONAM.

### **3. Presentación del Plan de conservación ambiental de la quebrada Choclino**

En la quebrada Choclino y su área de influencia se evidencian diversos efectos negativos producto de la actividad antrópica, a pesar de ser una zona que se considera protegida (fajas marginales). Asimismo, la disposición inadecuada de residuos sólidos debido a la escasa conciencia ambiental de los lugareños y transeúntes, agrava esta problemática. Por esta razón se propone un plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino con actividades que pueden ser implementadas por parte de la autoridad competente, con el fin de asegurar el uso de los recursos naturales.

Para la quebrada Choclino se establecieron tres programas que son:

- Programa de educación ambiental (conservación del ambiente, gestión de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales domésticas).
- Programa de Manejo de residuos sólidos.
- Programa de Seguimiento, evaluación y control.

### **3.1 Objetivos del Plan de Manejo**

#### **Objetivo General**

Reducir los problemas de contaminación hídrica de la quebrada Choclino con la finalidad de promover la conservación ambiental.

#### **Objetivos Específicos**

- Diseñar e implementar un programa de educación ambiental considerando los siguientes temas: conservación del ambiente, gestión de residuos sólidos y vertimiento de aguas residuales domésticas.
- Implementar un programa de manejo de residuos sólidos y limpieza del cauce y fajas marginales de la quebrada.
- Elaborar un programa de seguimiento, evaluación y control con la finalidad de analizar la efectividad del plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino.

### **4. Descripción de los programas**

#### **4.1 Programa de Educación Ambiental**

La capacitación en temas ambientales, será el mejor instrumento para generar conciencia y adquirir competencias y destrezas que haga posible cumplir con los objetivos propuestos en todos los programas establecidos en el plan de conservación ambiental de la quebrada Choclino. La capacitación estará dirigida a las comunidades y asociaciones de vecinos, buscando consensuar con las mismas, la mejor manera de preservar el ambiente.

##### **a. Objetivo**

Generar una conciencia ambiental, personal y colectiva, a través del conocimiento y uso responsable de recursos del entorno natural.

##### **b. Alcance**

La capacitación se dirigirá a comunidades y asociaciones de vecinos asentados en las márgenes de la quebrada Choclino; a través de charlas de sensibilización.

**c. Temas a tratar dentro de la capacitación**

Se abordarán en total 3 temas generales que son:

**Conservación del ambiente**

- Ecología y conservación
- Ser humano y naturaleza
- Biodiversidad y pérdida de especies
- Contaminación del ambiente
- Manejo sustentable de recursos
- Estado actual de la cuenca
- Normativa ambiental
- Interpretación ambiental

**Gestión de residuos sólidos**

- Generalidades
- Tipos de desechos sólidos
- Almacenamiento de desechos
- Tratamiento de residuos
- Clasificación de residuos sólidos
- Exposición sobre las 3R: Reducción, reutilización y reciclaje
- Explicación sobre la técnica de compostaje para residuos orgánicos

**Vertimiento de aguas residuales domésticas**

- Fuentes que generan aguas residuales
- Impacto de las aguas residuales en el ambiente
- Efectos de las aguas residuales sobre la salud humana
- Gestión de aguas residuales

Este programa de educación ambiental, promoverá un cambio en los actitudes y prácticas ambientales que se generan en la actualidad por parte de los pobladores asentados en las márgenes de la quebrada Choclino. Para que el programa sea efectivo, se recomienda una capacitación constante en los temas de educación ambiental antes mencionados.

#### **4.4 Programa de Manejo de Residuos Sólidos y efluentes**

Se establecen actividades que contemplan el conocimiento de los tipos de residuos sólidos existentes y las mejores formas de disposición en los recipientes apropiados existentes en el sector.

##### **a. Objetivos**

- Diseñar un programa de manejo de residuos sólidos y efluentes generados por la población asentada en la rivera de la quebrada y transeúntes de sector aledaño a la quebrada Choclino.
- Proporcionar alternativas para el manejo y disposición adecuado de residuos sólidos y efluentes, además de promover la optimización en el uso de recursos naturales

##### **b. Alcance**

Lograr la adecuada disposición y clasificación de residuos sólidos en los tachos de basura existentes, así como el tratamiento adecuado de los efluentes.

##### **c. Acciones**

Manejo de desechos sólidos orgánicos e inorgánicos: Se propone incrementar la elaboración de compost y se utiliza como abono para las plantas existentes, además en los diversos proyectos de reforestación impulsados, por otro lado, los inorgánicos serán aprovechados mediante el reciclaje.

#### **Tratamiento de efluentes previo al vertimiento en la quebrada Choclino.**

El tratamiento de los efluentes se realizará a través de un sistema de humedales artificiales utilizando la especie macrófita *Vetiver Chrysopogon zizanioides* enraizadas sobre un lecho

de grava impermeabilizada. La acción de las macrófitas hace posible una serie de complejas interacciones físicas, químicas y biológicas a través de las cuales el agua residual afluyente es depurada progresiva y lentamente.

Para el diseño se consideró el caudal de efluente de tres avícolas. Cada avícola genera un flujo volumétrico de  $0.5 \text{ m}^3/\text{día}$ , haciendo un total de  $1.5 \text{ m}^3/\text{día}$ . Con este sistema de tratamiento se logrará reducir la elevada carga microbiológica que presenta el agua residual de las avícolas ubicadas en la franja marginal de la quebrada choclino.

### **Diseño del humedal artificial**

#### **a) Constante de Temperatura:**

La constante de reacción de primer orden se calcula mediante (Delgadillo, et al. 2010).

$$K_T = 1,104 * 1,06^{T_2-20}$$

Donde  $T_2$ : Temperatura del agua residual de, que es  $28^\circ\text{C}$

$$K_T = 1,104 * 1,06^{T_2-20}$$

$$K_T = 1,104 * 1.06^{29-20}$$

$$K_T = 1.87 \text{ día}^{-1}$$

#### **b) Porosidad**

Para el medio filtrante se consideró arena y grava con 35% porosidad (Delgadillo, et al., 2010).

#### **c) Cálculo del Área Superficial**

Se realizó en determinación al parámetro contaminante, que generalmente en diseños de humedales es el  $\text{DBO}_5$ .

$$AS = \frac{Q * \text{LN}(\text{DBO}) - \text{LN}(\text{DBO})}{(K_T * h * P)}$$

Donde:

Q: caudal de diseño del humedal ( $m^3/día$ )

C: concentración efluente (mg/l)

Co: Concentración afluente (mg/l)

$K_T$ : Constante de reacción del primer dependiente de la  $T^\circ$

h: profundidad del humedal (m)

P: porosidad del medio granular.

Nivel del agua a tratar:  $h = 0.7$  m

$$AS = \frac{1.5 \frac{m^3}{día} * (\ln 660 - \ln 100)}{1.87 * 0.7 * 0.35}$$

$$AS = 6 \text{ m}^2$$

#### d) Tiempo de Retención Hidráulica

El tiempo de Retención Hidráulica se calculó con la ecuación indicada por Vinuesa (2014).

$$TRH = \frac{n * h * As}{Q} \quad (4)$$

$$THR = \frac{0.35 * 0.7 * 6}{1.5}$$

$$THR = 1.0 \text{ día}$$

#### e) Dimensiones del Humedal

Para determinar las dimensiones del humedal se utilizó la relación largo ancho de 3 a 1 (Delgadillo, et al., 2010).

**Ancho del Humedal**

$$As = L * W$$

$$A_s = 3W * W$$

$$6 \text{ m}^2 = 3W^2$$

$$2 \text{ m}^2 = W^2$$

$$W = 1.41 \text{ m}$$

### Largo del humedal

$$L = 3 W$$

$$L = 4.23 \text{ m}$$

### f) Tipo de Sustrato

De acuerdo al diseño el tipo de sustrato será una mezcla de arena y grava con una porosidad de 0,35 con una altura de 0.7 metros (Delgadillo, et al., 2010).

En la figura 11, se muestra el diseño del humedal artificial para el tratamiento de los efluentes.

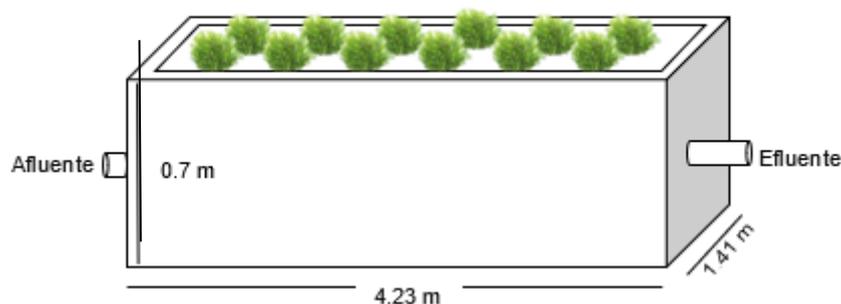


Figura 11. Diseño del humedal artificial.

Fuente: Elaboración propia, 2018.

### 4.5 Programa de Seguimiento, evaluación y control

El programa se estableció para realizar el seguimiento, evaluación y control de las acciones establecidas dentro de cada programa, así como medir el nivel de aceptación en los grupos de interés de la quebrada Choclino.

**a. Objetivo**

Dar seguimiento al cumplimiento de las actividades establecidas en los programas propuestos, además de controlar y evaluar el resultado de las acciones tendientes a minimizar los impactos negativos generados en la quebrada Choclino.

**b. Alcance**

Establecer acciones que permitan realizar el seguimiento y vigilancia al cumplimiento de las acciones establecidas dentro del plan de manejo.

Cada semestre deberá realizarse una auditoría ambiental, en la cual se analice los programas y su nivel de cumplimiento en términos de conservación de la quebrada Choclino.

**5. Propuesta de acciones para los programas**

Las acciones consideradas en los programas se establecieron de acuerdo con Da Silva & Nogueira (2004). Estos programas de conservación se implementaron en el municipio de Barra Mansa, Brasil. Estos programas tuvieron los siguientes resultados:

- Minimización de los problemas de asentamiento con la retirada de la basura de los lechos de los arroyos y ríos.
- Reducción de la población en el desecho de residuos en los márgenes de la quebrada Choclino.
- Mejora en el aspecto de los barrios tras las limpiezas.
- Mejora de las condiciones de salud y calidad de vida de la población.
- Mejora de la calidad de las aguas.
- Reducción de la carga de contaminación en los ríos receptores.
- Aumento de la cantidad de arborización ribereña, a través del plantío de mudas de especies nativas
- Consciencia ambiental de la población, reconocimiento de la importancia de los ríos en la vida de las personas.

- Reducción de las inundaciones en los lugares donde se efectuaron limpiezas de los cursos de agua.
- Participación de los niños en el proceso a través del plantío de especies forestales, generando una conciencia ambiental en las mismas sobre la importancia de los mismos.

A continuación, se presentan las actividades consideradas para el programa de conservación de la quebrada Choclino:

Tabla 3

*Acciones propuestas para el plan de conservación de la quebrada Choclino*

| N° | Programa                                      | Acciones  | Responsable   | Duración            |
|----|---|---|---|---------------------|
| 1  |   | Educación ambiental para la conservación de la quebrada choclino a la población ribereña y propietarios de establecimientos instalados en las riberas (Manejo de residuos sólidos, Cuidado del Agua, Suelo) | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo   | 01/04/19 - 31/05/19 |
| 2  | Educación ambiental                           | Reforestación de la faja marginal para evitar el arrastre de contaminantes por escorrentía y erosión.   | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo y los pobladores asentados en la ribera de la quebrada Choclino | 01/06/19 - 30/06/19 |
| 3  |   | Realizar jornadas de limpieza del cauce de la quebrada (eliminando material flotante o sumergidos en el cauce de la quebrada)   | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo y los pobladores asentados en la ribera de la quebrada Choclino | 01/06/19 - 30/06/19 |
| 4  | Gestión de residuos Sólidos y efluentes       | Disposición adecuada de los residuos sólidos en el área de influencia de la quebrada choclino.  | Comunidad asentada en la rivera de la quebrada choclino   | 01/04/19 - 31/05/22 |
| 5  |   | Tratamiento de efluentes de población ribereña antes de su vertimiento en el cauce de la quebrada choclino.   | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo y propietarios de inmuebles                                     | 01/04/19 - 31/05/23 |
| 6  | Programa de Seguimiento, evaluación y control | Promover una Ordenanza municipal que prohíba instalación de la actividad pecuaria en la zona de influencia directa de la quebrada choclino.   | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo   | 01/04/19 - 31/05/24 |
| 7  |   | Supervisar los efluentes de establecimientos que se ubican en la faja marginal.   | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo   | 01/04/19 - 31/12/25 |
| 8  |   | Distribución adecuada de los diferentes usos de suelo (PDU y Ordenamiento Agro territorial)   | Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo   | 01/04/19 - 31/12/26 |

Fuente: Elaboración propia

## **6.Presupuesto estimado del Plan de Manejo**

El presupuesto total estimado para los tres programas incluidos dentro del plan de conservación de la quebrada Choclino, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 4

*Presupuesto del Plan de Manejo de la Quebrada Choclino*

| Ítem  | Descripción  | Unid. | Cantidad | N° de veces | P. Unitario | Sub Total | Total      |
|-------|--|-------|----------|-------------|-------------|-----------|------------|
| 1     | Programa de Capacitación y Educación Ambiental                               |       |          |             |             |           | 48,800.00  |
| 1.1.1 | Capacitación a población en el área de influencia de la quebrada Choclino    | Glb   | 3        | 2           | 3,000.00    | 18,000    |            |
| 1.1.2 | Difusión radial de temas ambientales   | Glb   | 1        | 12          | 600.00      | 7,200     |            |
| 1.1.3 | Contratación de personal para capacitación                                   | Glb   | 2        | 6           | 1,800.00    | 21,600    |            |
| 1.1.4 | Al Personal Profesional y Técnico  | Glb   | 1        | 2           | 1,000.00    | 2,000     |            |
| 2     | Programa de Manejo de Residuos Sólidos y Efluentes                           |       |          |             |             |           | 151,040.00 |
| 2.1   | Manejo de Residuos Sólidos   |       |          |             |             |           |            |
| 2.1.1 | Contenedores de Residuos Sólidos intersecciones de la quebrada Choclino      | unid. | 80       | 1           | 100.00      | 8,000     |            |
| 2.1.2 | Transporte de residuos sólidos   | unid. | 2        | 48          | 200.00      | 19,200    |            |
| 2.1.3 | Personal de apoyo para recolección de residuos sólidos                       | unid. | 4        | 12          | 930.00      | 44,640    |            |
| 2.2   | Manejo de Aguas Residuales   |       |          |             |             |           |            |
| 2.2.1 | Apoyo técnico para instalación de sistemas de tratamiento de efluentes       | unid. | 1        | 12          | 3,000.00    | 36,000    |            |
| 2.2.2 | Pozas de Percolación (Costo estimado)  | unid. | 2        | 6           | 3,500.00    | 42,000    |            |
| 2.3   | Señalización   |       |          |             |             |           |            |
| 2.3.1 | Señalización para puntos de acopio de residuos sólidos                       | unid. | 15       | 1           | 80.00       | 1,200     |            |
| 3.1   | Seguimiento, evaluación y control  |       |          |             |             |           | 7,560.00   |
| 3.1.1 | Monitoreo de la Calidad del Agua (1 muestra en 63 puntos)                    | pto   | 63       | 2           | 60.00       | 7,560     |            |
| 3.1.2 | Personal para supervisión (Se encargará al área de fiscalización de la MDBS) | unid. | 2        | 12          | -           | -         |            |
| Total |  |       |          |             |             |           | 207,400    |

Tabla 5

*Resumen del presupuesto del Plan de Manejo de la Quebrada Choclino*

| Programa                                      | Mes   |      |       |       |        |           |         |           |           | Presupuesto |
|---|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|-------------|
|   | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |             |
| Programa de Educación Ambiental               | x     | x    | x     |       |        |           |         |           |           | 48,800.00   |
| Programa de Manejo de residuos sólidos        |       |      | x     | x     | x      | x         | x       | x         |           | 151,040.00  |
| Programa de Seguimiento, evaluación y control | x     | x    | x     | x     | x      | x         | x       | x         | x         | 7,560.00    |
|   |       |      |       |       | Total  |           |         |           |           | 207,400     |

#### **4.1.5. Elaboración de los mapas de calidad microbiológica de agua**

##### **a. Mapa de coliformes termotolerantes**

El mapa de calidad de agua con respecto a coliformes termotolerantes de la quebrada Choclino, (ver Anexo 6) se detalla a continuación. Se consideró una escala de tres niveles (bajo, medio y alto). Se consideró como puntuación baja de 1400 a 2527 NMP/100 mL, media de 2528 a 4843 y la puntuación alta desde 4844 hasta 92000. Los puntos con puntuación baja fueron: Los puntos con puntuación baja fueron: 1, 10, 11, 12, 15, 19, 21, 22, 35, 38, 43, 49, 50, 56. Asimismo, los puntos con puntuación media fueron: 2, 3, 4, 5, 6, 9, 13, 14, 17, 18, 20, 23, 24, 25, 26, 27, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 44, 46, 48, 51, 52, 53, 54, 55, 57. Finalmente los puntos con puntuación alta fueron: 7, 8, 16, 28, 29, 30, 31, 32, 41, 42, 45, 47, 58, 59, 60, 61, 62, 63. Es necesario indicar que en los puntos de puntuación alta, se desarrollan actividades antropogénicas como crianza de animales menores y descargas de agua residual doméstica.

##### **b. Mapa de coliformes totales**

El mapa de calidad de agua con respecto a coliformes termotolerantes de la quebrada Choclino, (ver Anexo 6) se detalla a continuación. Se consideró una escala de tres niveles (bajo, medio y alto). Se consideró como puntuación baja de 2000 a 3324 NMP/100 mL, media de 3325 a 15778 y la puntuación alta desde 15779 hasta 745000. Los puntos con puntuación baja fueron: Los puntos con puntuación baja fueron: 19, 20, 21, 22, 23, 29, 30, 35, 36, 43, 45, 46, 49, 50, 51, 52. Asimismo, los puntos con puntuación media fueron: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 13, 24, 25, 26, 27, 28, 31, 32, 33, 34, 37, 40, 41, 42, 47, 48. Finalmente los puntos con puntuación alta fueron: 8, 9, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 38, 39, 44, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63. Es necesario indicar que en los puntos de puntuación alta, se

desarrollan actividades antropogénicas como crianza de animales menores y descargas de agua residual doméstica.

#### 4.2. Discusión

El valor promedio de pH de la quebrada Choclino fue 7.1. Aguilar, Campos, Piratoba & Gonçalves (2017) encontraron un valor de pH de 7.2 para el agua de río, este valor estuvo cercano al encontrado en el presente estudio. El valor promedio de turbiedad de la quebrada Choclino fue 12.54 UNT. Asimismo, el valor promedio de conductividad de la quebrada Choclino fue 141.6  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . De acuerdo con Von Sperling (2007), no existe un patrón de conductividad, sin embargo, las aguas naturales presentan un contenido conductividad en el rango de 10 a 100  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ , y en ambientes contaminados por alcantarillas domésticas, los valores pueden llegar hasta 1000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Por tanto, la conductividad eléctrica del agua de la quebrada Choclino, indica contaminación por alcantarillas domésticas y crianza de animales.

En el presente estudio, se encontraron valores altos de coliformes termotolerantes en los puntos cercanos al centro urbano de la Banda de Shilcayo y en donde se desarrollan actividades antropogénicas. De acuerdo con Molina & Jiménez (2017) los puntos con mayores concentraciones de coliformes termotolerantes en agua de se encuentran en las zonas más cercanas a los centros urbanos o de explotación agrícola. El valor promedio de coliformes termotolerantes en la quebrada Choclino fue 11967 NMP/100 mL.

De acuerdo con Olivas (2011) indica que la presencia de Coliformes totales en cuerpos de agua están relacionados con la presencia de suelo, sedimento u otra fuente de coliformes. Asimismo, la EPA, indica que no hay un número estándar para coliformes totales en cuerpos de agua superficiales, como los ríos, pero con base en diversos estudios, existen directrices. El mismo autor indica la cantidad de conteo de coliformes totales, puede indicar

reciente contaminación fecal del agua de diferentes fuentes y que, además puede contener otros patógenos. El valor promedio de coliformes totales en la quebrada Choclino fue 54581 NMP/100 mL.

Asimismo, la contaminación microbiológica en coliformes totales y coliformes termotolerantes, es mayor en periodos secos que en los lluviosos. Por otro lado, la cantidad de coliformes totales, aumenta río abajo, debido a las actividades antropogénicas de las personas asentadas en las proximidades de las riveras de los ríos. De igual manera, el aumento de la contaminación microbiológica en una quebrada, puede deberse a los efluentes provenientes de viviendas asentadas, en las riberas de los ríos (Saab, Nassif, Samrani, Daoud, Medawar & Ouain, 2004).

Ibañez (2012), elaboró un plan de manejo ambiental para la conservación de la Sub Cuenca del Río San Pablo, considerando las siguientes actividades del plan de manejo ambiental: Conformar un comité que se encargue del manejo ambiental de la Sub Cuenca, reforestar las fuentes hídricas y vertientes que alimentan a la Sub Cuenca, determinar e implementar medidas de manejo y recuperación de suelos en proceso de erosión, desarrollar talleres de capacitación de cómo reciclar, reutilizar y reducir los desechos sólidos. Actividades similares fueron consideradas, en el plan de manejo ambiental para disminuir la contaminación de la quebrada Choclino.

Pohl (2017) elaboró un mapa de calidad de agua del Río Sucio y encontró que el 90% de los puntos evaluados no cumplen con las características necesarias para riego sin restricciones, ya que los valores están fuera de lo establecido en las guías de calidad de agua. Este autor encontró un valor promedio de 35000 NMP/100 mL de coliformes fecales para el río mencionado.

## Capítulo 5

### Conclusiones y recomendaciones

#### 5.1. Conclusiones

Los valores de pH, turbidez, color y conductividad eléctrica del agua de la quebrada Choclino fueron respectivamente 7.1; 12.54 UNT, 11.12 UCV y 141.6  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

En cuanto a los parámetros microbiológicos coliformes termotolerantes y coliformes totales, en la mayoría de puntos no se cumplió el estándar de calidad ambiental. El valor promedio de Coliformes termotolerantes fue 11967 NMP/100 mL y el de coliformes totales en la quebrada Choclino fue 54581 NMP/100 mL. Con la prueba de prueba de hipótesis, se confirmó que la quebrada Choclino no cumple el estándar de calidad ambiental para estos dos parámetros microbiológicos.

Asimismo, se propuso un plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino, considerando los siguientes programas: Educación ambiental, Gestión de residuos Sólidos y efluentes y Programa de Seguimiento, evaluación y control que contribuirán a mejorar la calidad de las aguas, a través de la consciencia ambiental de la población, disposición adecuada de los residuos sólidos y tratamiento de efluentes, ya que éstos, tienen un impacto importante en el desarrollo de la contaminación microbiológica a lo largo de la quebrada Choclino.

#### 5.2. Recomendaciones

Se recomienda realizar campañas de sensibilización ambiental por parte de la Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo para la disposición adecuada de los residuos sólidos domiciliarios y manejo de efluentes; con la finalidad de reducir la contaminación microbiológica en la quebrada.

Se recomienda reubicar los establecimientos de crianza de animales ubicados en la parte alta y media de las márgenes de la quebrada Choclino; con la finalidad de reducir la contaminación microbiológica en la quebrada.

Asimismo, se recomienda aplicar el Plan para la conservación ambiental de la quebrada Choclino para lo cual se requiere el esfuerzo y coordinación conjunta entre la Municipalidad Provincial de Tarapoto y La Municipalidad Distrital de La Banda de Shilcayo, la Administración de la quebrada, las Instituciones Educativas y la colaboración de la población en general.

### Referencias

- Arango, M. C., Álvarez, L. F., Arango, G. A., Torres, O. E., & Monsalve, A. de J. (2008). Calidad del agua de las quebradas La Cristalina y La Risaralda, San Luis, Antioquia. *Revista EIA*, (9), 121–141. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=34131774&lang=es&site=ehost-live>
- Arcos, M., Avila, S., Estupiñan, S., & Aura, G. (2005). Indicadores microbiológicos de contaminación de las fuentes de agua. *NOVA Publicación En Ciencias Biomédicas*, 3(4), 69–79. Retrieved from <http://hemeroteca.unad.edu.co/entrenamiento/index.php/nova/article/view/338/1214>
- Aguilar, A., Campos, H., Piratoba, G. & Gonçalves, W. (2017). Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. *Rev. Ambient. Água* 12 (3), 435-457. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <http://www.scielo.br/pdf/ambiagua/v12n3/1980-993X-ambiagua-12-03-00435.pdf>
- Altrão, B., Brustolin, C., Siqueira, T. & Torquato, A. (2011). Pesquisa de coliformes totais e fecais em amostras de água coletadas no bairro zona sete, na cidade Demaringá-PR. *VII EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar, realizado do 25 a 28 de Outubro de 2011*. Recuperado el 24 de febrero de 2019 de [http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca\\_altrao\\_ratti%20\(1\).pdf](http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/bianca_altrao_ratti%20(1).pdf)
- Autoridad Nacional del Agua. Ley de recursos hídricos, Ley N° 29338 (2009). Retrieved from [http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/ley\\_29338\\_0.pdf](http://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/ley_29338_0.pdf)

- Autoridad Nacional del Agua. Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales, Pub. L. No. Resolución Jefatural N0 010-2016-ANA, 92 (2016). Retrieved from <http://www.ana.gob.pe/publicaciones/protocolo-nacional-para-el-monitoreo-de-la-calidad-de-los-recursos-hidricos-0>
- Barrantes, K., Chacón, L., Solano, M., & Achi, R. (2013). Contaminación fecal del agua superficial de la microcuenca del río Purires, Costa Rica, 2010-2011. *ResearGate*, 33(December 2012), 40–45. Retrieved from <http://www.researchgate.net/publication/262712886>
- Brack, A., & Mendiola, C. (2000). *Ecología del Perú*. Retrieved from <http://www.peruecologico.com.pe/libro.htm>
- Bruschi, E., Wickert, M., Miranda, M. & Silva, F. (2008). *Determinação de Coliformes Totais e Termotolerantes na Água do Lago Municipal de Cascavel, Paraná*. Recuperado el 19 de febrero de 2019 de <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/viewFile/1087/811>
- Camacho, A., Giles, M., Ortegón, A., Palao, M., & Velázquez, O. (2009). Método para la determinación de bacterias coliformes, coliformes fecales y *Escherichia coli* por la técnica de diluciones en tubo múltiple (Número más Probable o NMP). *Técnicas Para El Análisis Microbiológico de Alimentos*, 2, 1–17. [https://doi.org/http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP\\_6529.pdf](https://doi.org/http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/TecnicBasicas-Colif-tot-fecales-Ecoli-NMP_6529.pdf)
- Carrillo, E., & Lozano, A. (2008). Validación del metodo de detección de coliformes totales y fecales en agua potable utilizando agar chromocult. *Pontificia Universidad Javeriana*, 1–82. Retrieved from

<http://javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>  
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis203.pdf>

Congreso Constituyente del Perú. Constitución política del Perú (1993). Retrieved from <http://pdba.georgetown.edu/Parties/Peru/Leyes/constitucion.pdf>

Congreso de La Republica de Perú. Ley General del Ambiente, Ley N° 28611, Norma Legal § (2008). Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/06/ley-general-del-ambiente.pdf>

Da Silva, S., Gomes, C. & Da Silva, J. (2018). Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, distrito federal. *Rev. Cient. SenaAires*. 2018; 7(1): 12-7. Recuperado el 24 de febrero del 2019 de [www](http://www.revistafacesa.senaaires.com.br/index.php/revisa). <http://revistafacesa.senaaires.com.br/index.php/revisa>

Da Silva, S. & Nogueira, P. (2004). *Programa de limpeza, recuperação e conservação dos córregos e rios no município de Barra Mansa*. Recuperado el 12 de enero del 2019 de <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/ictr/2004/ARQUIVOS%20PDF/05/05-040.pdf>

Delgadillo, O., Camacho, A., Pérez, L., & Andrade, M. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*. Cochabamba- Bolivia. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/48017573.pdf>

DIGESA. Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transporte, almacenamiento y recepción de agua para consumo humano, Pub. L. No. Resolución Directoral N0 160-2015-DIGESA/SA, 23 (2015). Retrieved from [http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD\\_160\\_2015\\_DIGESA.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/NormasLegales/Normas/RD_160_2015_DIGESA.pdf)

- Egas, J. & Ordoñez, J. 2010. *Plan de Intervención Ambiental Integral en las Quebradas de Quito*. Recuperado el 12 de febrero de 2019 de [http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria\\_Ambiente/Documentos/patrimonio\\_natural/quebradas/plan\\_de%20intervencion.pdf](http://www.quitoambiente.gob.ec/ambiente/images/Secretaria_Ambiente/Documentos/patrimonio_natural/quebradas/plan_de%20intervencion.pdf)
- Elordi, M. L., Digirónimo, M. C., & Porta, A. A. (2012). Evaluación de la calidad microbiológica de las aguas de los arroyos las Piedras-San Francisco considerando el nivel de cobertura sanitaria de la población adyacente., 1–20. Retrieved from [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26661/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26661/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Gomez, R. (1995). *Diagnóstico Sobre La Contaminacion Ambiental En La Amazonia Peruana*, 24.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ibañez, G. (2012). *Elaboración de un plan de manejo ambiental para la conservación de la sub cuenca del río san pablo en el cantón la maná, provincia de Cotopaxi*. Tesis de grado. Facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales, Universidad técnica de Cotopaxi. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de [https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS\\_20/Ingenieria%20de%20Medio%20Ambiente/T-UTC-2129.pdf](https://www.usfx.bo/nueva/vicerrectorado/citas/TECNOLOGICAS_20/Ingenieria%20de%20Medio%20Ambiente/T-UTC-2129.pdf)
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2007). *Censos Nacionales: XI de Poblacion y VI de Vivienda*. Retrieved from

[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1136/libro.pdf)

Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Resolución Ministerial N° 173-2016-Vivienda. Guía de opciones tecnológicas para sistemas de abastecimiento de agua para consumo humano y saneamiento en el ámbito rural. (2016). Retrieved from [http://perseo.vivienda.gob.pe/Documentos\\_resoluciones/Emitidos/RM-173-2016-VIVIENDA.pdf](http://perseo.vivienda.gob.pe/Documentos_resoluciones/Emitidos/RM-173-2016-VIVIENDA.pdf)

Ministerio del Ambiente. D.S. N°004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias., Diario El Peruano § (2017). Retrieved from <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>

Molin, G., a & Jiménez, I. (2017). Análisis de la contaminación por coliformes termotolerantes en el estuario del río ranchería, la Guajira (Colombia). *bol.cient.mus.hist.nat.* 21 (2), 41-50. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v21n2/0123-3068-bccm-21-02-00041.pdf>

Mora, J., & Calvo, G. (2010). Estado actual de contaminación con coliformes fecales de los cuerpos de agua de la Península de Osa. *Tecnología En Marcha*, 23(No. Extra 5), 34–40. Retrieved from <http://aplicacionesbiblioteca.udea.edu.co:2056/servlet/articulo?codigo=4835746>

Olivas, E. (2011). Indicadores fecales y patógenos en agua descargada al Río Bravo. *Terra Latinoam* 29 (4), 449-458. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v29n4/2395-8030-tl-29-04-00449.pdf>

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2014). Fiscalización ambiental en aguas residuales. (OEFA, Ed.), Biblioteca Nacional del Perú N° 2014-05991 (1st ed., Vol. 1). Lima - Perú.

Pohl, L. D. (2017). Informe de la calidad del agua de los ríos de El Salvador. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <http://www.marn.gob.sv/descargas/Documentos/2018/Informe%20de%20la%20calidad%20de%20agua%202018.pdf>

Programa Nacional de Saneamiento Rural. Guía para el cumplimiento de la meta 41: “funcionamiento del área técnica municipal para la gestión del servicio de agua y saneamiento en el ámbito rural”- 2017 (2017). Retrieved from [https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu\\_publ/migl/municipalidades\\_pmm\\_pi/guia\\_cumplimiento\\_meta41\\_2017.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/presu_publ/migl/municipalidades_pmm_pi/guia_cumplimiento_meta41_2017.pdf)

Ramos, C. J. (2011). Universidad veracruzana. Tesis. Retrieved from <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/29447/1/RamosPerez.pdf>

Rodrigues, S. (2012). *Ações de educação ambiental para conservação e preservação do Córrego Bela Vista, Piacatu-SP*. Recuperado el 12 de febrero del 2019 [http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis\\_teses/14/mp/saula\\_felipim.pdf](http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/dis_teses/14/mp/saula_felipim.pdf)

Rodriguez, N. (2013). Total, de bacterias coliformes, 5, 202. Retrieved from [www.ingenieroambiental.com](http://www.ingenieroambiental.com)

Saab, H., Nassif, N., Samrani, A., Daoud, R., Medawar, S. & Ouain, N. (2004). Suivi de la qualité bactériologique des eaux de surface (rivière Nahr Ibrahim, Liban). *Revue des sciences de l'eau*, 20 (4), 341-352. Recuperado el 14 de febrero de 2019 de <https://www.erudit.org/fr/revues/rseau/2007-v20-n4-rseau1975/016909ar.pdf>

- Supo, J. (2015). *Cómo empezar una tesis*. Recuperado el 12 de enero del 2019 de <https://asesoresenturismoperu.files.wordpress.com/2016/03/107-josc3a9-supo-cc3b3mo-empezar-una-tesis.pdf>
- Souza, A., De Lima, C., Florencio, J., Luna, P., & Tavares, A. (2016). Análise bacteriológica das águas de irrigação de horticulturas. *Rev. Ambient. Água vol., 11 (2)*, 428 – 439. doi:10.4136/ambi-agua.1798
- Tananta, F. (2009). Determinación de la Concentración de Coliformes Fecales y Totales en el Río Mayo, por Incidencia de la Descarga de Aguas Residuales de la Ciudad de Moyo bamba 2009. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto., (06050709), 98. Retrieved from <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/148>
- Terleira, E. (2010). Evaluación de la contaminación fecal del agua superficial de la cuenca media del río Shulcayo ubicada entre la bocatoma y el asentamiento humano Villa Autónoma. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto. Retrieved from <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/UNSM/2096>
- Vinueza, J. S. (2014). *Diseño de un sistema de pantanos artificiales para el tratamiento de aguas negras y grises del campo base y área de mantenimiento el coca de la empresa triboilgas*. Universidad Central del Ecuador.
- Von Sperling, M. (2007). *Wastewater Characteristics, Treatment and Disposition*. Recuperado el 11 de noviembre de 2018 de <https://www.iwapublishing.com/sites/default/files/ebooks/9781780402086.pdf>

## Anexos

## Anexo 1. Certificado de calibración de instrumentos y equipos de laboratorio

| OMEGA PERU S.A.   |                           | CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
|---|---------------------------|--|------------------------------------|---|---------------------------|--|---------------------|---|-----------|--|-------|--|-------|------|------|-----|-------|------|------|-----|-------|-----|-------|
|   |                           | 0273-OP.M-2017   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
|   |                           | ÁREA DE METROLOGÍA   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Solicitante   | :                         | EMAPA SAN MARTIN S.A.  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Dirección   | :                         | Jr. Federico Sanchez 900 - Tarapoto  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Expediente  | :                         | 27439  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Referencia  | :                         | OVC N° 002381  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Instrumento de Medición   | :                         | TURBIDIMETRO   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Alcance de Indicación   | :                         | 0 NTU a 9,99 NTU / 10,0 NTU a 99,9 NTU / 100 NTU a 1 000 NTU (*)   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Resolución  | :                         | 0,01 NTU / 0,1 NTU / 1 NTU   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Marca   | :                         | Hach Co.   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Modelo  | :                         | 2100Q  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Serie   | :                         | 13040C024655   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Código  | :                         | S/N  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Procedencia   | :                         | U.S.A  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Método de Calibración   | :                         | La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-004 para la Calibración de Turbidímetro   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Fecha de Calibración  | :                         | 26/10/2017   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Lugar de Calibración  | :                         | LABORATORIO DE METROLOGÍA - OMEGA PERU S.A.  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Condiciones Ambientales   | :                         | <table border="1"> <tr> <td>Temperatura</td> <td>21 °C</td> </tr> <tr> <td>Humedad Relativa</td> <td>61 %</td> </tr> <tr> <td>Presión Atmosférica</td> <td>1008 mbar</td> </tr> </table>   |                                    | Temperatura                                 | 21 °C                     | Humedad Relativa                                 | 61 %                | Presión Atmosférica                           | 1008 mbar |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Temperatura   | 21 °C                     |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Humedad Relativa  | 61 %                      |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Presión Atmosférica   | 1008 mbar                 |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Patrones de Referencia  | :                         | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estándar Formación Marca HACH Stabical (**)</th> <th>N° de Lote</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>N° de Catálogo 28847-01 Solución &lt; 0,1 NTU o FTU</td> <td>A5217</td> </tr> <tr> <td>N° de Catálogo 28848-01 Solución 20 NTU o FTU</td> <td>A5212</td> </tr> <tr> <td>N° de Catálogo 28849-01 Solución 100 NTU o FTU</td> <td>A5212</td> </tr> <tr> <td>N° de Catálogo 28605-01 Solución 800 NTU o FTU</td> <td>A5215</td> </tr> </tbody> </table>  |                                    | Estándar Formación Marca HACH Stabical (**) | N° de Lote                | N° de Catálogo 28847-01 Solución < 0,1 NTU o FTU | A5217               | N° de Catálogo 28848-01 Solución 20 NTU o FTU | A5212     | N° de Catálogo 28849-01 Solución 100 NTU o FTU | A5212 | N° de Catálogo 28605-01 Solución 800 NTU o FTU | A5215 |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Estándar Formación Marca HACH Stabical (**)   | N° de Lote                |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| N° de Catálogo 28847-01 Solución < 0,1 NTU o FTU                                    | A5217                     |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| N° de Catálogo 28848-01 Solución 20 NTU o FTU                                       | A5212                     |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| N° de Catálogo 28849-01 Solución 100 NTU o FTU                                      | A5212                     |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| N° de Catálogo 28605-01 Solución 800 NTU o FTU                                      | A5215                     |  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Resultados  | :                         | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Indicación (NTU)</th> <th>Valor de referencia (NTU)</th> <th>Corrección (NTU)</th> <th>Incertidumbre (NTU)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.11</td> <td>0.05</td> <td>-0.06</td> <td>0.02</td> </tr> <tr> <td>20.7</td> <td>20.5</td> <td>-0.2</td> <td>0.29</td> </tr> <tr> <td>104</td> <td>103.5</td> <td>-0.5</td> <td>1.55</td> </tr> <tr> <td>818</td> <td>820.2</td> <td>2.2</td> <td>11.80</td> </tr> </tbody> </table>  |                                    | Indicación (NTU)                            | Valor de referencia (NTU) | Corrección (NTU)                                 | Incertidumbre (NTU) | 0.11  | 0.05      | -0.06  | 0.02  | 20.7   | 20.5  | -0.2 | 0.29 | 104 | 103.5 | -0.5 | 1.55 | 818 | 820.2 | 2.2 | 11.80 |
| Indicación (NTU)  | Valor de referencia (NTU) | Corrección (NTU)   | Incertidumbre (NTU)                |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| 0.11  | 0.05                      | -0.06  | 0.02                               |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| 20.7  | 20.5                      | -0.2   | 0.29                               |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| 104   | 103.5                     | -0.5   | 1.55                               |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| 818   | 820.2                     | 2.2  | 11.80                              |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Incertidumbre   | :                         | <p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Observaciones   | :                         | <p>- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.</p> <p>- Con fines de identificación de la condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva</p> <p>(*) Indicado en el manual de instrucciones del fabricante</p> <p>(**) La formación es aceptado como estándar primario por The United States Environmental Protection Agency (USEPA)</p> <p>- Los resultados corresponden al promedio de 3 mediciones</p> |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Sello   | :                         | Fecha de Emisión: 26/10/2017   | Responsable del Área de Metrología |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| Realizado por:  | :                         |   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
|  |                           |   |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |
| HC-OP.M-004   |                           | Pág 1 / 1  |                                    |   |                           |  |                     |   |           |  |       |  |       |      |      |     |       |      |      |     |       |     |       |

Prohibida su reproducción total o parcial de este documento

**OMEGA PERU S.A.****CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

0198-OP.M-2017

**ÁREA DE METROLOGÍA**

**Solicitante** : EMAPA SAN MARTIN S.A.  
**Dirección** : Jr. Federico Sanchez 900 - Tarapoto  
**Expediente** : 27401  
**Referencia** : O/C N° 001114  
**Instrumento de Medición** : MEDIDOR DE CONDUCTIVIDAD  
**Alcance de Indicación** : 0  $\mu$ S/cm a 19.99  $\mu$ S/cm; 20  $\mu$ S/cm a 199.9  $\mu$ S/cm; 200  $\mu$ S/cm a 1999  $\mu$ S/cm; 2.00 mS/cm a 19.99 mS/cm; 20.0 mS/cm a 199.9 mS/cm (\*)  
**Resolución** : 0,01  $\mu$ S/cm / 0,1  $\mu$ S/cm / 1  $\mu$ S/cm / 0,01 mS/cm / 0,1 mS/cm (\*)  
**Marca** : Oakton  
**Modelo** : CON 450  
**Procedencia** : Singapur  
**Serie** : 2474902

**Método de Calibración**

La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-002 para la Calibración de Conductímetro.

**Fecha de Calibración** : 20/08/2017  
**Lugar de Calibración** : LABORATORIO DE METROLOGÍA - OMEGA PERÚ S.A.

**Condiciones Ambientales**

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Temperatura         | 19 °C     |
| Humedad Relativa    | 66 %      |
| Presión Atmosférica | 1004 mbar |

**Patrones de Referencia**

|   |   |
|---|---|
| Los resultados obtenidos tienen trazabilidad al SI de Unidades              | Certificado de Calibración / N° de Lote |
| Termómetro Digital-Cole Parmer - Model 92205-01                             | T-0227-2017                             |
| Material de Referencia Certificado Marca Radiometer 1408 $\mu$ S/cm @ 25 °C | 953 D-K-15184-01-00 2017-07 / C02209    |
| Material de Referencia Certificado Marca Radiometer 12,85 mS/cm @ 25 °C     | 949 D-K-15184-01-00 2017-07 / C02205    |

**Resultados**

| Indicación      | Valor de referencia | Corrección    | Incertidumbre  |
|-----------------|---------------------|---------------|----------------|
| 1255 $\mu$ S/cm | 1268 $\mu$ S/cm     | 13 $\mu$ S/cm | 6.6 $\mu$ S/cm |
| 11.35 mS/cm     | 11.64 mS/cm         | 0.29 mS/cm    | 0.05 mS/cm     |

Nota: Los resultados están dados a la temperatura de referencia de 19.9 °C

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

**Observaciones**

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

- Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva.

(\*) Indicado en el manual de instrucciones del fabricante.

Sello Fecha de Emisión 20/08/2017 Responsable del Área de Metrología

Realizado por:



Ing. PÍLAR CALAMARCA  
 CIP 65890  
 Jefe de Servicio Técnico  
 OMEGA PERU S.A.



Ing. PÍLAR CALAMARCA E.  
 CIP 65890  
 Jefe de Servicio Técnico  
 OMEGA PERU S.A.

HC-OP.M-002

Pág 1 / 1

Prohibida su reproducción total o parcial de este documento  
 Av. Mca. Oscar R. Benavides N° 1986 - 101 (antes Av. Colonial) Lima 1, PERU  
 Telfs.: 336-6523 - 651-8790 Fax: 651-8788  
 e-mail: metrologia@omegaperu.com.pe

**OMEGA PERU S.A.****CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

0281-OP.M-2017

**ÁREA DE METROLOGÍA**

**Solicitante** : EMAPA SAN MARTIN S.A.  
**Dirección** : Jr. Federico Sanchez N° 900 - Tarapoto  
**Expediente** : 27439  
**Referencia** : O/S N° 002381  
**Instrumento de Medición** : MEDIDOR DE PH  
**Alcance de Indicación** : -2,00 a 16,00 (\*)(\*\*)  
**Resolución** : 0,01 (\*)(\*\*)  
**Marca** : Hach Co.  
**Modelo** : Sension+PH3  
**Serie** : 043010  
**Código** : 60050064  
**Procedencia** : USA  
**Serie del Electrodo** : 15216-035

**Método de Calibración**

La calibración se ha realizado siguiendo el procedimiento PC-OMEGA-001 para la Calibración de pHmetros Digitales

**Fecha de Calibración** : 28/10/2017

**Lugar de Calibración** : LABORATORIO DE METROLOGÍA - OMEGA PERÚ S.A.

**Condiciones Ambientales**

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Temperatura         | 21 °C     |
| Humedad Relativa    | 63 %      |
| Presión Atmosférica | 1008 mbar |

**Patrones de Referencia**

| Los resultados obtenidos tienen trazabilidad a la NIST / IUPAC        | Certificado de Calibración / N° de Lote |
|---|---|
| Termómetro Digital - Cole Parmer - Model 90205-01                     | T-0227-2017                             |
| Material de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 4,005 @ 25 °C  | 908-D-K-15184-01-00 2017-02 / C02164    |
| Material de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 7,000 @ 25 °C  | 909-D-K-15184-01-00 2017-02 / C02165    |
| Material de Referencia Certificado Marca Radiometer pH 10,012 @ 25 °C | 910-D-K-15184-01-00 2017-02 / C02167    |

**Resultados**

| Indicación (pH) | Valor de referencia (pH) | Corrección (pH) | Incertidumbre (pH) |
|-----------------|--------------------------|-----------------|--------------------|
| 4.01            | 4.002                    | -0.008          | 0.015              |
| 7.02            | 7.011                    | -0.009          | 0.015              |
| 10.05           | 10.047                   | -0.003          | 0.015              |

Nota: Los resultados de Calibración del medidor de pH están dados a la temperatura de referencia de 21.5 °C

**Incertidumbre**

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$ . La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la expresión de la incertidumbre en la Medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

**Observaciones**

- Los resultados del presente documento, son válidos únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, al solicitante le corresponde definir la frecuencia de calibración en función al uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.

- Con fines de identificación de condición de calibrado se ha colocado una etiqueta autoadhesiva

(\*) Indicado en el manual de instrucciones del fabricante

(\*\*) Unidades de pH

-Los resultados corresponden al promedio de 3 mediciones

**Sello**                      **Fecha de Emisión** 28/10/2017

**Responsable del Área de Metrología**

**Realizado por:**



Ing. J. J. GARCÍA  
 JEFE DE SERVICIO TÉCNICO  
 OMEGA PERU S.A.



Ing. J. J. GARCÍA  
 CIP 60300  
 JEFE DE SERVICIO TÉCNICO  
 OMEGA PERU S.A.

Pág 1 / 1

HC-OP.M-001

Prohibida su reproducción total o parcial de este documento  
 Av. Mca. Oscar R. Benavides N° 1996 - 101 (antes Av. Colonial) Lima 1, PERU  
 Telfs.: 336-6523 • 651-6790 Fax: 651-6788  
 e-mail: metrologia@omeganaru.com

## Anexo 2. Informe sobre la problemática de la quebrada Choclino.



**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LA BANDA DE SHILCAYO**  
Gerencia de desarrollo económico local y gestión ambiental  
**SUPERVISIÓN Y FISCALIZACIÓN AMBIENTAL**



"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

**INFORME N° 020-2019-MDBSH/GDELGA/RPC-SFA**

A: ING. Hamilton Rabanal Rosillo  
Gerente de Desarrollo Económico Local y Gestión Ambiental

DE: Bach. Roider Pérez Cueva  
Jefe del Área de Supervisión y Fiscalización Ambiental

ASUNTO: Inspección de la Quebrada el Choclino.

FECHA: La Banda de Shilcayo, 18 de Febrero del 2019.

---

Es grato dirigirme a usted para expresarle el cordial saludo y al mismo tiempo manifestarle, que el día lunes 17 de Febrero del año 2019 a horas 11: 35 am, se realizó una inspección a la quebrada el Choclino desde la parte alta hasta la parta baja, donde se identificaron factores que alteran la calidad del agua.

- Puntos de acopio de residuos sólidos en los AA.VV La Victoria parte Baja, AA.VV Las Brisas de la Molina, AA.VV Ampliación Flor de la Molina, AA.VV la Primavera, AA.VV Ander Becerra, AA.VV Quinta Elena que se encuentran en el margen de la Quebrada el Choclino. Donde se observa problemas al no pasar los vehículos de recolección oportunamente por factores climáticos (lluvias), la falta de conciencia ambiental de algunos grupos de personas, haciendo que los residuos sólidos terminen en los cauces de la quebrada Choclino (parte alta y media).
- Aguas residuales de las pecuarias (Granjas), avícolas ubicadas en la parte alta, que vertiendo a la quebrada el Choclino sin previo tratamiento alteran la composición del agua, generando un riesgo a la salud de las personas que habitan en la parte baja y utilizan estas aguas, debido a las incorrectas acciones de estas granjas pueden ser causa del desenlace de epidemias.
- Puntos de descargas clandestinas de efluentes domésticos sin previo tratamiento hacia la quebrada en el tramo en donde el cauce pasa por el casco urbano de la ciudad de La Banda de Shilcayo (parte baja).

Es lo que informo para su conocimiento y demás fines.

Atentamente

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE  
LA BANDA DE SHILCAYO



.....  
Bach. Roider Pérez Cueva  
JEFE DE SUP. Y FISC. AMBIENTAL

**Anexo 3.** Registro de caudal de la quebrada Choclino por puntos de muestreo

| Punto | x      | y       | Caudal (L/s) |
|-------|--------|---------|--------------|
| 1     | 352679 | 9285105 | 35           |
| 2     | 352638 | 9285013 | 39           |
| 3     | 352592 | 9284924 | 44           |
| 4     | 352538 | 9284840 | 43           |
| 5     | 352467 | 9284769 | 52           |
| 6     | 352406 | 9284693 | 66           |
| 7     | 352396 | 9284597 | 53           |
| 8     | 352366 | 9284507 | 65           |
| 9     | 352420 | 9284427 | 73           |
| 10    | 352478 | 9284355 | 64           |
| 11    | 352461 | 9284258 | 71           |
| 12    | 352445 | 9284164 | 65           |
| 13    | 352464 | 9284080 | 86           |
| 14    | 352452 | 9283995 | 88           |
| 15    | 352474 | 9283912 | 85           |
| 16    | 352410 | 9283848 | 96           |
| 17    | 352410 | 9283759 | 98           |
| 18    | 352457 | 9283674 | 92           |
| 19    | 352511 | 9283591 | 112          |
| 20    | 352575 | 9283514 | 106          |
| 21    | 352638 | 9283440 | 122          |
| 22    | 352589 | 9283358 | 126          |
| 23    | 352506 | 9283302 | 131          |
| 24    | 352432 | 9283234 | 134          |
| 25    | 352354 | 9283178 | 142          |
| 26    | 352308 | 9283115 | 133          |
| 27    | 352227 | 9283075 | 140          |
| 28    | 352157 | 9283019 | 142          |
| 29    | 352100 | 9282965 | 146          |
| 30    | 352010 | 9282922 | 142          |
| 31    | 351953 | 9282842 | 144          |
| 32    | 351937 | 9282758 | 147          |
| 33    | 351851 | 9282716 | 145          |
| 34    | 351755 | 9282739 | 149          |
| 35    | 351657 | 9282730 | 156          |
| 36    | 351575 | 9282779 | 165          |
| 37    | 351491 | 9282793 | 165          |
| 38    | 351405 | 9282765 | 163          |
| 39    | 351413 | 9282693 | 167          |
| 40    | 351365 | 9282663 | 162          |
| 41    | 351289 | 9282619 | 172          |
| 42    | 351237 | 9282563 | 166          |
| 43    | 351204 | 9282469 | 169          |
| 44    | 351124 | 9282450 | 158          |
| 45    | 351027 | 9282455 | 171          |
| 46    | 350929 | 9282451 | 167          |
| 47    | 350847 | 9282424 | 173          |
| 48    | 350749 | 9282417 | 177          |
| 49    | 350662 | 9282388 | 175          |
| 50    | 350579 | 9282377 | 168          |
| 51    | 350487 | 9282388 | 173          |

| Punto | x      | y       | Caudal (L/s) |
|-------|--------|---------|--------------|
| 52    | 350405 | 9282338 | 176          |
| 53    | 350316 | 9282329 | 179          |
| 54    | 350242 | 9282272 | 176          |
| 55    | 350191 | 9282196 | 174          |
| 56    | 350114 | 9282147 | 179          |
| 57    | 350046 | 9282080 | 178          |
| 58    | 349960 | 9282052 | 180          |
| 59    | 349917 | 9281972 | 184          |
| 60    | 349864 | 9281899 | 184          |
| 61    | 349780 | 9281869 | 185          |
| 62    | 349771 | 9281791 | 190          |
| 63    | 349711 | 9281717 | 193          |

Elaboración propia.

**Anexo 4. Resultados de calidad fisicoquímica y microbiológica de la quebrada Choclino****Anexo 4.1. Carta de presentación de resultados Físico Químicos y Microbiológicos**

**INFORME DE ANALISIS N° 08- 2017**

|                                 |   |          |  |
|---------------------------------|---|----------|--|
| <b>SOLICITANTE</b>              | Daniel Arturo Epifanía Mejía                            |          |  |
| <b>LOCALIDAD</b>                | Distrito La Banda de Shilcayo - Provincia de San Martín |          |  |
| <b>PUNTO DE MUESTREO</b>        | Quebrada Choclino                                       |          |  |
| <b>TIPO DE FUENTE</b>           | Superficial   |          |  |
| <b>MUESTREADO POR</b>           | Daniel Arturo Epifanía Mejía                            |          |  |
| <b>FECHA Y HORA DE MUESTREO</b> | 21/11/2017  | 10:00 AM |  |
| <b>FECHA Y HORA DE ANALISIS</b> | 21/11/2017  | 4:00 p.m |  |

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 1     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,5 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 1                     |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 2.1 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 4.6 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

OBSERVACIONES : muestra proporcionada por el cliente

Tarapoto, 24 de Noviembre del 2017

  
B<sup>o</sup> FEDERICO SÁNCHEZ  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
www.emapasanmartin.com



#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 2     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 10,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 143,2 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 2                     |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 2.6X 10 <sup>3</sup>  |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 5.2 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 Elio Federico SÁNCHEZ  
 JEFE DE OFICINA DE CONTROL DE CALIDAD  
 DE AGUA POTABLE Y AGUAS RESIDUALES (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

Anexo 4.3. Resultado del punto 2

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 3     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 11,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,4 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 3                     |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 2.8 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 6.3 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 4     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,6 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 4                     |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 4.6 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 5.0 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml



Priscilla MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

Anexo 4.4. Resultado del punto 3 y 4

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 5     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 138,4 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 5                     |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 3.5 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 4.3 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 6     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 10,2  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,7   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 132,0 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 6                     |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 3.7 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 3.4 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 Bto. Federico Sánchez Rodríguez  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Aguas Potables y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

Anexo 4.5. Resultado del punto 5 y 6

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 7     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 11,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 135,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 7                 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $7 \times 10^3$   |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $1.1 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 8     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 8,4   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,4   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 136,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 8                 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 El Sr. FRED LARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 9     |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,5   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 135,8 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 9                 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.7 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.4 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 10    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,1   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,5 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 10                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $1.7 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.9 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 E.º FRED MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 11    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,3   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,4 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 11                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.5 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.3 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 12    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 8,4   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 136,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 12                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.9 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 -----  
**El Sr. FRED MARINA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 13    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 8,8   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,9   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,2 |

### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 13                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.7 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples =  $< 1.8/100\text{ml}$

### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 14    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,7   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,4   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,3 |

### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 14                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.1 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.5 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples =  $< 1.8/100\text{ml}$

  
 -----  
**Eng. FRED MARINA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 15    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 8,5   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,5 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 15                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.5 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.1 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 16    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,0   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 16                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.2 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 Elyo FRED MARIANA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 17    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 8,5   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,3 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 17                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.2 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 18    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,2   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,8   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,0 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 18                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
E.º FRED MARINA RODRIGUEZ  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
www.emapasanmarin.com

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 19    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,0   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 19                    |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 2.2 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 2.8 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 20    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 9,7   |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,4 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 20                    |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-----------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | 2.8 X 10 <sup>3</sup> |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | 3.2 X 10 <sup>3</sup> |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
 (\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 -----  
**Ely FRED MARINA RODRÍGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 21    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 10,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,4   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 143,3 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 21                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $1.4 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.3 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 22    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,3 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 22                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $1.7 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.0 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Elvira MARINA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 Emapa San Martín S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 23    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 11,6  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,5 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 3                 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.6 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 24    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 11,2  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 138,4 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 4                 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.6 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 El Sr. FRED MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

Anexo 4.14. Resultado del punto 23 y 24

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 25    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,8 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 25                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.9 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $7 \times 10^3$   |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 26    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,5 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 26                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $8.5 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 FRED MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapanmartin.com

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 27    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,4 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 27                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.7 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $6.3 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 28    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,5 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 28                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $7 \times 10^3$   |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $9.4 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
-----  
**Fred MARINA RODRIGUEZ**  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
Emapa SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
www.emapasanmartin.com

Anexo 4.16. Resultado del punto 27 y 28

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 29    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 12,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,3 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 29                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 30    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,8 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 30                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $6.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.0 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Fred MARINA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 31    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 31                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $7 \times 10^3$   |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $1.1 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 32    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 10,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 136,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 32                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $6.9 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.3 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 FRED MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 33    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,8 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 33                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 34    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,8 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 34                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.9 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml



Elva Francisca RODRIGUEZ  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (a)  
EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
www.emapasanmartin.com

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 35    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,3 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 35                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.4 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 36    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,2  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 138,7 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 36                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml



-----  
**Ego Fredy Martínez RODRÍGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

Anexo 4.20. Resultado del punto 35 y 36

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 37    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 14,6  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,6   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 12,1  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 138,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 37                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.9 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 38    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 14,8  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,4   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,4 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 38                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.1 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.1 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 -----  
**Ely Frías Marina RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 39    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 14,2  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 143,4 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 39                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.7 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.2 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 40    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,1 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 40                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4 \times 10^3$   |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $6.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Fred MARINA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (a)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 41    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,5  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,9 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 41                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.6 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 42    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,7  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 12,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,6 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 42                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.4 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $9.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 FREDY ANÍBAL RODRÍGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (el)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 43    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,9  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,5 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 43                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.2 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.7 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 44    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,9  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 11,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 148,7 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 44                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.1 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Eng. FREDERICO SÁNCHEZ RODRÍGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 45    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,7  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,3 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 45                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.7 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.0 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 46    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 14,5  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,3 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 46                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.7 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**FRANCISCA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 47    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 14,0  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 12,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,3 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 47                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.3 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.0 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 48    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,6  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 139,5 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 48                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.5 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.5 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Patricia Rodríguez**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua y Aguas Residuales (en)  
 emapa san martin S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)



#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 49    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 13,4  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,2 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 49                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.1 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.4 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 50    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 14,5  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,1 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 50                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.4 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.7 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 Ego FRED MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

Anexo 4.27. Resultado del punto 49 y 50

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 51    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 15,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 12,3  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 143,7 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 51                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.1 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.1 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 52    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 15,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,2   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,8 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 52                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.2 \times 10^3$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
Ego FRED MARINA RODRIGUEZ  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
www.emapasanmartin.com

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 53    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 16,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 141,6 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 53                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.4 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 54    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 12,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,1   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,2 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 54                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.3 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
Ego FRED MEDINA RODRIGUEZ  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
www.emapasanmartin.com

Anexo 4.29. Resultado del punto 53 y 54

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 55    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 13,7  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,5   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 10,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 148,4 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 55                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.6 \times 10^3$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.2 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 56    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 17,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 140,3 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 56                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.2 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.4 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Fred MARINA RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 57    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 17,4  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,4   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,5 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 57                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.7 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.2 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 58    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 17,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,8   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,4 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 58                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $4.6 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $3.5 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 Fdo. FREDMARIÁ RODRÍGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.



#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 59    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 16,5  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 148,5 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 59                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.4 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $2.8 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 60    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 16,1  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,2 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 60                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $9.2 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $1.6 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
 Ego FREDY MARINA RODRIGUEZ  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTÍN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
 Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
 www.emapasanmartin.com

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 61    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 16,3  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,7   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 145,7 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 61                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $6.6 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $6.3 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

#### RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 62    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 16,9  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 6,3   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 142,5 |

#### RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 62                 |
|----------------------------|-----------|-------------------------|--------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $7.4 \times 10^4$  |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $7.45 \times 10^5$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010  
(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
-----  
**Ego FRED ALVARO RODRIGUEZ**  
Jefe de Oficina de Control de Calidad  
de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
EMAPA SAN MARTIN S.A.

Jr. Federico Sánchez N° 900 - Tarapoto - San Martín - Perú  
Central Telf.: (042) 526666 / 523484 / 526472  
[www.emapasanmartin.com](http://www.emapasanmartin.com)

**RESULTADOS DE ANALISIS FISICOQUIMICO**

| PARAMETRO     | UNIDAD | LMP para consumo humano | 63    |
|---------------|--------|-------------------------|-------|
| TURBIEDAD     | unt    | 5                       | 15,6  |
| pH            | unid.  | 6.5- 8.5                | 7,0   |
| COLOR         | UCV    | 15                      | 15,0  |
| CONDUCTIVIDAD | uS/cm  | 1500                    | 144,2 |

**RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

| PARAMETRO                  | UNIDAD    | LMP para consumo humano | 63                |
|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------|
| COLIFORMES TERMOTOLERANTES | Nmp/100ml | 0(*)                    | $5.4 \times 10^4$ |
| COLIFORMES TOTALES         | Nmp/100ml | 0(*)                    | $9.2 \times 10^4$ |

LMP = Límite Máximo Permitido según Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano 2010

(\*) por la técnica de NMP por tubos múltiples = < 1.8/100ml

  
**Ely FREDERICK RODRIGUEZ**  
 Jefe de Oficina de Control de Calidad  
 de Agua Potable y Aguas Residuales (e)  
 EMAPA SAN MARTIN S.A.

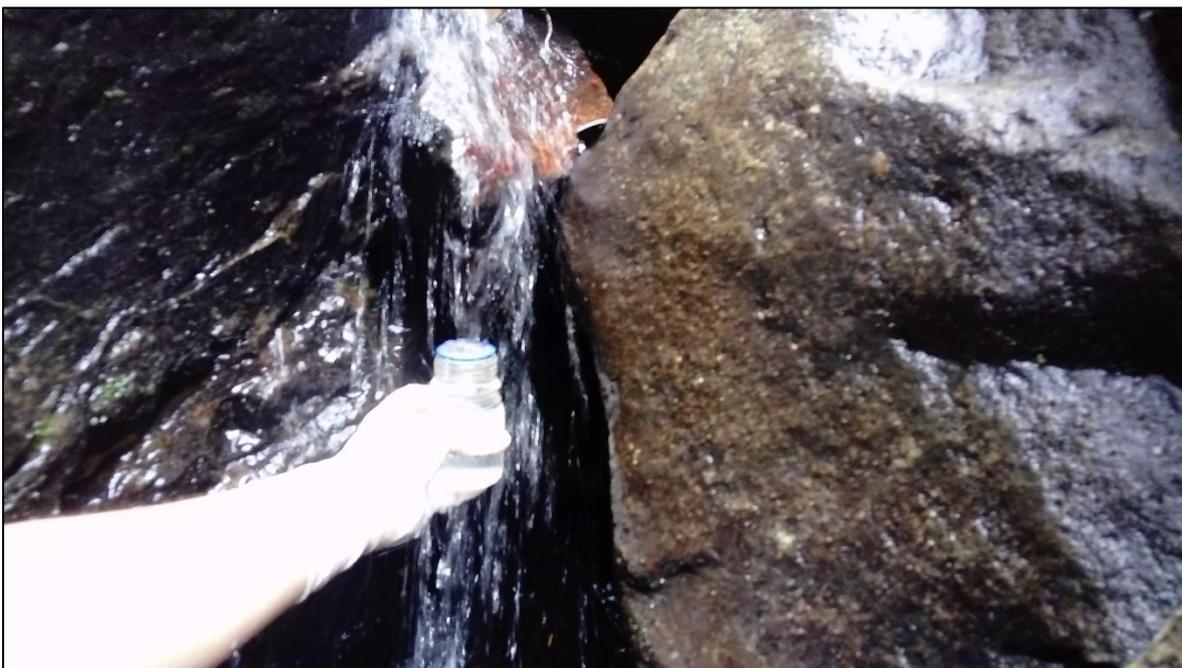
## Anexo 5. Panel fotográfico



Anexo 5.1. Zona arborizada de la rivera de la quebrada Choclino.



Anexo 5.2. Camino de entrada al cauce de la quebrada Choclino (Parte alta).



Anexo 5.3. Toma de muestra del punto 1, parte alta de la quebrada Choclino.



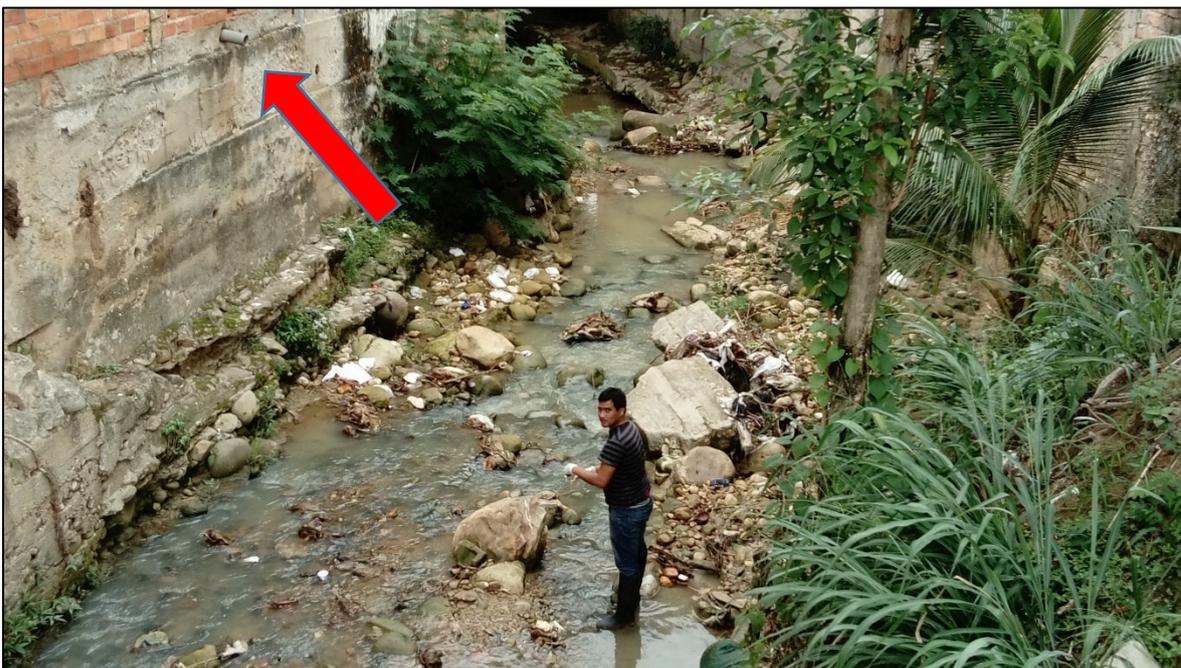
Anexo 5.4. Observación de hongos indicadores de descomposición de materia Orgánica.



Anexo 5.5. Contaminación de la quebrada Choclino por residuos sólidos.



Anexo 5.6. Contaminación y cercos alambrados en la quebrada



Anexo 5.7. Toma de muestra en zona urbana, en donde se aprecia tubería de vertimiento de aguas servidas domésticas.



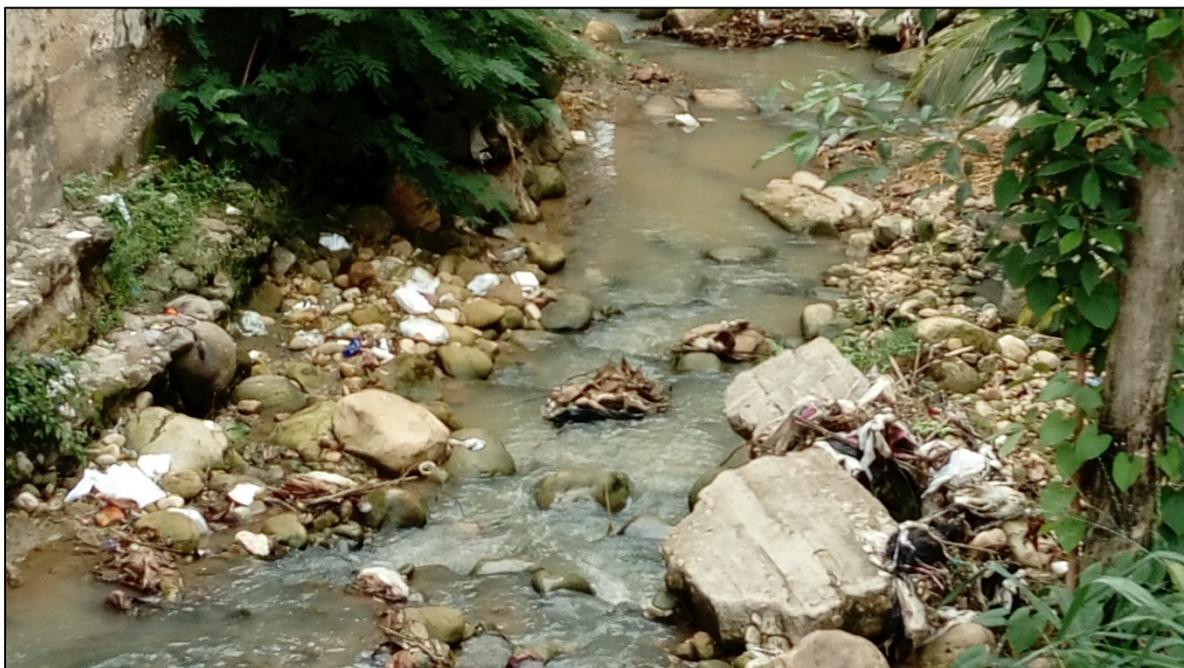
Anexo 5.8. Desechos de plásticos (tuberías), en el cauce de la quebrada, se presume que sean tuberías de desfogue de casas de campo.



Anexo 5.9. Contaminación por residuos sólidos en zonas de asentamientos humanos.



Anexo 5.10. Toma de muestras en zona con residuos sólidos.



Anexo 5.11. Zona colmatada por mala disposición de residuos sólidos.

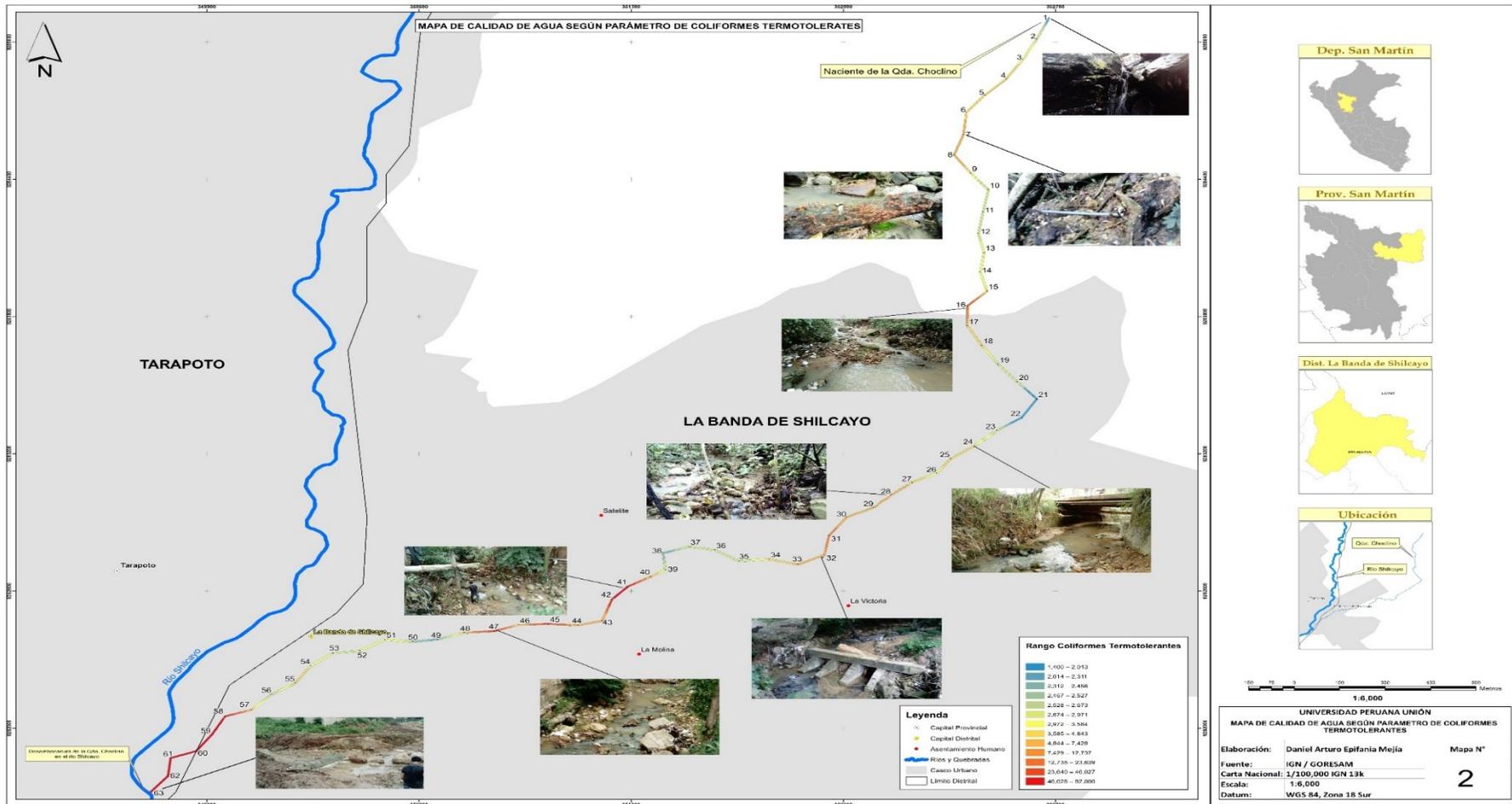


Anexo 5.12. Muestras rotuladas.



Anexo 5.13. Transporte de muestras en cadena de frío





Anexo 6.2 Mapa de calidad de agua según parámetro de coliformes termotolerantes