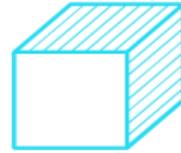




EN LA UAP
TÚ ERES PARTE
DEL CAMBIO



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la Salud
Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica**

TESIS:

**“ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE
CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO
TINYAYOC, JOSÉ SABOGAL- CAJAMARCA 2021”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

Presentado por:

BACH. MACHUCA MARÍN LEYDI LILIANA

ASESOR:

MG. JOSEFINA MUÑOZ HERMOZA.

Cajamarca, Perú, Febrero – 2022

DEDICATORIA

A mis padres Guillermo y Marilú quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

Al Ingeniero Víctor mi esposo y mis hermanos Nelver, Osmel, Leonel por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento.

A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y felicidad.

A mis maestros por sus enseñanzas compartidas en mi formación profesional.

A todos mis amigos que me brindaron su apoyo incondicional.

ÍNDICE GENERAL

<i>Dedicatoria</i>	<i>ii</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>iii</i>
<i>Índice general</i>	<i>iv</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>vii</i>
<i>Índice de figuras</i>	<i>viii</i>
<i>Resumen</i>	<i>viii</i>
<i>Abstract</i>	<i>ix</i>
<i>Introducción</i>	<i>x</i>
CAPITULO I	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción de la situación problemática	13
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos de la investigación	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos.....	15
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	16
1.4.1. Justificación de la investigación.....	16
1.5. Limitaciones de la investigación.....	18
CAPITULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes.....	19

2.1.1. Antecedentes Internacionales	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	23
2.1.3. Antecedentes Locales	25
2.2. Bases Teóricas.....	29
2.2.1. Agua potable	29
2.2.2. Parámetros de Calidad.....	32
2.2.3. Control de calidad de la desinfección del agua	43
2.2.4. Parámetros de calidad de la cloración.....	44
2.2.5. Desinfección del agua para consumo humano.....	46
2.2.6. Cloración por goteo	47
2.3. Definición de términos básicos	47
CAPITULO III.....	49
HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	49
3.1. Formulación de hipótesis.....	49
3.2. Identificación de variables	49
3.2.1. Variable	49
3.3. Operacionalización de variables	58
CAPITULO IV:	60
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	60
4.1. Tipo y Nivel De La Investigación.....	60
4.2. Método y Diseño de la Investigación	60
4.3. Población y Muestra de la Investigación.....	61
4.4. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos	62
4.4.1. Técnicas	62
4.4.2. Instrumentos.....	62

4.4.3. Procedimientos.....	62
4.5. Aspectos éticos.....	67
CAPÍTULO V:	68
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS	68
5.1. Resultados de investigación	68
5.1.1. Análisis microbiológico	68
5.1.2. Parámetros físicos.....	69
5.1.3. Parámetros químicos.....	70
CAPÍTULO VI:	71
DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	71
6.1. Discusión de investigación.....	71
CONCLUSIONES	75
RECOMENDACIONES.....	76
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	77
ANEXOS.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA N° 1. Parámetros Microbiológicos del agua de Tinyayoc.....	68
TABLA N° 2. Parámetros físicos del agua de Tinyayoc	69
TABLA N° 3. Parámetros químicos del agua de Tinyayoc.	70

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA N°1. Parámetros de control obligatorio.	33

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca, para el cual, se utilizó el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud como referente. El método de investigación fue, analítico, descriptiva, deductiva y no experimental. Se tomaron 50 muestras de dos lugares de muestreo el reservorio de agua y los caños de las viviendas, para para el análisis físicos, químicos y microbiológicos en el laboratorio de DIRESA de Cajamarca. Como resultado se obtuvo que los parámetros microbiológicos no cumplen con los límites permisibles establecidos por la autoridad sanitaria, los parámetros físicos y químicos se encontraron dentro del rango aceptable. En conclusión, los parámetros de control de calidad del agua del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca, no cumplen con los parámetros máximos autorizados por el decreto supremo N° 031-2010-SA por lo que, no es apta para el consumo humano al encontrarse coliformes totales y fecales ya que ello sobrelleva a las posibles enfermedades en la comunidad.

Palabras clave: Control de calidad, agua, microbiológicos, fisicoquímicos.

ABSTRACT

The purpose of this study was to evaluate the microbiological and physicochemical parameters of the drinking water of the Tinyayoc Populated Center, José Sabogal District - Cajamarca, for which the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption was used: DS N ° 031 - 2010 - SA of the Ministry of Health as a reference. The research method was analytical, descriptive, deductive and non-experimental. 50 samples were taken from two sampling sites, the water reservoir and the household pipes, for physical, chemical and microbiological analysis in the DIRESA laboratory in Cajamarca. As a result, it was obtained that the microbiological parameters do not comply with the permissible limits established by the health authority, the physical and chemical parameters were found within the acceptable range. In conclusion, the water quality control parameters of the Tinyayoc Populated Center, José Sabogal District - Cajamarca, do not meet the maximum parameters authorized by Supreme Decree No. 031-2010-SA, therefore, it is not suitable for consumption. human when total and fecal coliforms are found since this leads to possible diseases in the community.

Keywords: Quality control, water, microbiological, physicochemical.

INTRODUCCIÓN

Todo proceso de potabilización implica la añadidura de sustancias químicas con la intención de mejorar las características físico-químicas y

bacteriológicas del agua. Una de las sustancias de mayor relevancia es el cloro, el cual se delega del proceso de sanitización, fase que asegura la calidad bacteriológica del agua, y que es dependiente de una secuencia de condiciones que determinan su comportamiento. El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento es un derecho humano identificado por la ONU, ya que es elemental para conservar la buena salud de los individuos¹.

El cloro es un agente desinfectante que forma trihalometanos que son tóxicos para la salud, debido a que deprimen del SNC y están afectando las funcionalidades hepáticas y renales, por lo cual que el límite permisible es de de 100 µg/L en agua de consumo humano y para la vida dentro del agua 300 µg/L².

El Ministerio de Salud (MINSA) por medio de las Dirección de redes integradas de Salud (DIRIS) tiene el objetivo de vigilar y el controlar la calidad del agua para consumo humano siendo importante en la salud pública. Además, fiscalizan el incumplimiento de los parámetros permisibles, ya que la inocuidad del agua disminuye la probabilidad de difusión de patologías causadas por agentes patógenos que tienen la posibilidad de influir al ser humano por medio de su consumo³.

Por otro lado, la DIGESA garantiza la calidad del agua utilizando parámetros químicos, físicos y biológicos, con la finalidad de darle un uso adecuado, el cual varía según la actividad. También, La Organización Mundial de la Salud (OMS) y las naciones unidas garantizan que la acceda al agua potable, a pesar de ello, las personas de diferentes países en desarrollo consumen agua entubada que causa enteritis. A ello se suma la incapacidad política en regiones rurales alejadas para monitorear y hacer cumplir las directrices primordiales de conceder agua de buena calidad⁴.

Este Centro Poblado Tinyayoc pertenece al distrito de Jose Sabogal, su provincia es San Marcos y se encuentra dentro del departamento de Cajamarca. Su código de ubigeo es 0610070022, además según datos estadísticos este lugar tiene aproximadamente 110 Viviendas y 354 habitantes. Está ubicada en las siguientes coordenadas: latitud -7.211660

y longitud -78.053760⁵. La siguiente investigación permitió estar al tanto de la situación real de la calidad de agua para consumo humano en el centro poblado Tinyayoc.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

La calidad del agua primordial para mantener el medio ambiente y paralelamente importante para la salud y el desarrollo económico⁶. En el Perú, por la minería informal y paralelamente por no disponer de un método de procedimiento de desperdicios orgánicos añadido al aumento de la población y al cambio climático derivan a la contaminación del agua, por otro lado, los metales pesados utilizados en las minerías también contaminan al agua, estableciendo una exposición crónica a la población⁷. El estudio de ambas razones: naturaleza con alto contenido de minerales y sustracción minera, debería examinarse meticulosamente para poder hacer una correcta solución que priorice la salud humana y el medio ambiente⁸. El propósito de esta investigación es incentivar el abordaje del problema del agua y el desarrollo de tácticas nuevas por parte de las autorizadas sanitarias para que el problema se enfrente con enseñanza sanitaria y concientización sobre el funcionamiento de potabilización del agua que se consume, en lo que simultáneamente se sigue creciendo en el desarrollo de nuevas

tecnologías dentro de la minería que impidan alterar los ecosistemas⁹.

La existencia de bacterias patógenas y ausencia de propiedades físicas idóneas en el agua, así como la falta de condiciones de higiene e instrucciones mínimas; respaldan el peligro de contraer enteritis agudas que pueden llegar a ser fatales en la población, de la misma forma que lo sugiere inclusive la OMS¹⁰.

El agua que usan los habitantes de Tinyayoc de la región Cajamarca, emplea el tipo de procedimiento como cloración por goteo y no hacen un seguimiento constante, menos limpian sus reservorios con regularidad, por lo cual se estima de particular trascendencia establecer los agentes microbianos que se hallan en el agua de las represas; debido a que son contaminadas por materia fecal de animales y probablemente humanos, exponiendo a los individuos a un peligro de patologías sistémicas, por lo cual es fundamental priorizar la solución del saneamiento que contribuiría en mejorar la calidad de vida de los comuneros de Tinyayoc.

Debido a la problemática actual en el C.P. Tinyayoc sobre el tema de concentración de cloro en el agua potable, el cual promueve dar a conocer si la población está consumiendo agua potable de buena calidad, es por ello que se hará el análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua y así asegurar la salud.

Las obligaciones básicas y principales que logren asegurar la estabilidad según estándares de agua humanos representan un marco para tener una estabilidad del agua potable que abarque fines de defensa de la salud tipificados y posean una autoridad a la que le competa el asunto en temas de salud, sistemas adecuados y gestionados de manera correcta (infraestructuras idóneas, monitoreo adecuado, planeación y gestiones eficaces), y un método de monitoreo estable y libre¹¹.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cumplirá el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca con los parámetros de control de calidad del agua para el consumo humano?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles serán los microbiológicos en el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogas – Cajamarca?
- ¿Cuáles serán los parámetros físicos en el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca?
- ¿Cuáles serán los parámetros químicos en el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar si el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca cumple con los parámetros de control de calidad del agua para el consumo humano.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros microbiológicos en el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal - Cajamarca.

- Determinar los parámetros físicos en el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca.
- Determinar los parámetros químicos en el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca.

1.4. Justificación e importancia de la investigación

1.4.1. Justificación de la investigación

Con base en la información de la población en donde indican que el agua potable del Centro Poblado de Tinyayoc se encuentra con concentración excesiva de cloro, ya que los pobladores no tienen conocimiento sobre la buena calidad de agua potable. Los pobladores informan que no pueden usar el agua durante 3 días, ellos informan que el agua presenta olor y sabor molesto, que se percibe inmediatamente y un aspecto lechoso, lo que hace que el agua sea organolépticamente inaceptable y podría conllevar la presencia de sustancias cancerígenas en donde la salud de los pobladores estaría en problemas.

La finalidad de este trabajo es evaluar si los parámetros de calidad del agua potable cumplen con las condiciones adecuadas para consumo humano establecidos por el MINSA y plantear un diseño mejorado del sistema de dosificación de cloro más eficiente. Este estudio permitió sacar a flote la presencia de agentes microbianos patógenos indicando que el sistema de cloración no cumple su función a cabalidad. Los resultados permitirán plantear estrategias de prevención y control del agua contaminada que es responsable de enfermedades que ponen en peligro la salud de las personas;

la eliminación de estos organismos se garantizaran una mejor calidad de vida de esta comunidad.

1.4.2. Importancia de la investigación

Este estudio tiene la finalidad de evaluar los límites de control de la calidad del agua en Tinyayoc, José Sabogal- Cajamarca 2021; dicha población no cuenta con un seguimiento adecuado del agua, lo que infiere de manera negativa en la salud de las personas. Debido a que el agua es el principal vehículo para agentes microbianos que causan diarreas leves y severas que peligran la vida, afectando a los individuos inmunodeprimidos (niños, ancianos y las personas con enfermedades inmunodeficientes).

La importancia práctica, dejará que las autoridades pertinentes tengan un antecedente de la deficiente calidad del agua potable que consumen las personas.

La importancia teórica de esta investigación ayuda en la optimización de la calidad del agua en las comunidades con pobreza extrema, quedando como antes de esta problemática que existe y evidenciada por medio del presente informe.

La importancia socio-económica de esta investigación contribuirá en las medidas sanitarias, mediante charlas según los resultados por parte de los investigadores; regularizaremos la aplicación de adecuadas prácticas de sanitización en sus reservorios, así como las técnicas para mejorar la calidad del agua, evadiendo con ello gastos sanitarios y previniendo las enfermedades por consumo de agua mal tratada.

1.5. Limitaciones de la investigación

La principal limitación de este estudio fue la no disponibilidad de laboratorio especializado para el análisis del agua en la Universidad Alas Peruanas.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Hernández ME y **Marrugo JL.**, en su trabajo titulado *“TRIHALOMETANOS Y ARSÉNICO EN EL AGUA DE CONSUMO EN LOS MUNICIPIOS DE CHINÚ Y COROZAL DE COLOMBIA: EVALUACIÓN DEL RIESGO A LA SALUD”*, el estudio fue realizado para obtener el grado de maestría de la Universidad de Córdoba (Colombia) **2016**. Como objetivo plantearon evaluar las concentraciones de trihalometanos (THMs) y arsénico (As) en el agua de consumo y el riesgo asociado con la ingesta en la población de Chinú y Corozal. En su metodología midieron variables THMs, As, Carbón Orgánico Total (COT), cloro residual, coliformes fecales y turbiedad, en muestras de agua potable y agua almacenada en albercas en épocas de verano e invierno. En su resultados

encontraron que la turbiedad fue 0.1 mg/L. Además, encontraron relación entre coliformes totales y concentración de trihalometanos. Concluyeron que existe presencia de arsénico considerado altamente toxico para la salud, además, de THMs generando un riesgo probabilístico de cáncer¹².

Campoverde JA., en su trabajo titulado *“ANÁLISIS DEL EFECTO TOXICOLÓGICO QUE PROVOCA EL CONSUMO HUMANO DE AGUA NO POTABLE, MEDIANTE LA DETERMINACIÓN DE CLORO LIBRE RESIDUAL EN AGUAS TRATADAS DE LAS PARROQUIAS RURALES DEL CANTÓN CUENCA”*. Tesis previa a la obtención del título de magister de la Universidad Estatal de Cuenca. Ecuador, **2015**. Como objetivo planteó evaluar los efectos toxicológicos y ambientales que el consumo de esta agua provoca en la población que la consume. La metodología que aplicó retrospectiva, transversal y cuantitativo experimental. La toma de muestras en la red de distribución hizo a través de las conexiones domiciliarias enlazadas directamente con la red de distribución en un total de 72. Como resultados obtuvo que, 93.719 pobladores están bebiendo agua no apta de consumo humano, porque el valor Cloro Libre Residual está por debajo del límite mínimo permisible 0,3mg/l según INEN. El investigador concluyó que, existe riesgo toxicológico al que están expuestas diariamente las poblaciones y comunidades de las parroquias rurales del cantón Cuenca, ya que más del 60% de la población en estudio ingieren agua no apta para el consumo humano, que se convierte en el tóxico, de mayor consumo en estas comunidades, y al no tener un tratamiento adecuado de filtración y una correcta dosificación de cloro, contendrá diversos tóxicos químicos y biológicos¹³.

Calderón C y Orellana VE., en su trabajo titulado *“CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE QUE SE DISTRIBUYE EN*

LOS CAMPUS: CENTRAL, HOSPITALIDAD, BALZAY, PARAÍSO, YANUNCAY Y LAS GRANJAS DE IRQUIS Y ROMERAL PERTENECIENTES A LA UNIVERSIDAD DE CUENCA”. Tesis previa a la obtención del título de Bioquímica Farmacéutica. Ecuador, **2015**. Su objetivo fue determinar la calidad de agua potable que llega a la Universidad de Cuenca. En su metodología tomaron 38 muestras por duplicado y como resultados obtuvieron que, los parámetros Físicos y Químicos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos para la calidad de Agua potable, a excepción que hubo indicativos de microbiana. Concluyeron que la presencia de coliformes totales y coliformes fecales convierte al agua de estos lugares como no apta para el consumo humano¹⁴.

Enciso NA, en su trabajo titulado “SEGUIMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORO RESIDUAL EN TANQUE DE ALMACENAMIENTO, RED DE DISTRIBUCIÓN Y TANQUES RESIDENCIALES EN EL MUNICIPIO DE F MUNICIPIO DE FORTUL, DEPARTAMENTO DE ARAUCA”. Tesis previa obtención de título de Ingeniero Civil en la universidad de la Salle. Colombia, 2019. Como objetivo planteó realizar el seguimiento a la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques elevados en el Municipio de Fortul, Departamento de Arauca. En su metodología el autor se enfocó en medir la decadencia del cloro en una red de distribución de un municipio colombiano, considerando como variable relevante la temperatura y la configuración de la red de acueducto. Para ello, tomó datos de calidad del agua a la salida de la PTAP (pH, cloro residual y temperatura) en la salida del tanque de almacenamiento, en diferentes puntos de la red de distribución (11 puntos) y en tanques elevados (8 tanques domiciliarios) de diferentes domicilios. Como resultado

encontró una concentración de cloro promedio equivalente a 1,21 mg/L. Adicionalmente, pudo observar que los factores que presentaron una menor oscilación fueron: temperatura y pH con una variación porcentual entre los valores mínimo y máximo de 10% y 21% para temperatura y de 2% y 20% para pH, así mismo, se evidencia que los resultados del pH se encuentran dentro del rango (6,5 y 9,0) contemplado por la normativa. Finalmente concluyó que existe variación en la concentración del cloro libre residual y su comportamiento en función del tiempo, temperatura, pH, alcalinidad y conductividad, por lo que, la calidad del agua en el municipio de Fortul en relación al residual de cloro libre monitoreado en los puntos de muestreo, se encontró entre el rango establecido en la normatividad nacional vigente, no obstante, es necesario monitorear la calidad del agua en las acometidas debido a la distancia existente de las viviendas a los puntos de muestreo¹⁵.

Reyes M. En su trabajo titulado “USO DEL CLORO EN LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS: DESINFECCIÓN Y FORMACIÓN DE SUBPRODUCTOS” para conseguir el grado de maestro en ciencias en gestión ambiental en el INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL. México, **2016**. Como objetivo planteó evaluar la formación de cloraminas y trihalometanos (THM) en agua. En su metodología tomó cuatro muestras por temporada donde encontró que las eficiencias de remoción de la PTAR-ote fueron menores que en la PTAR-sur, además de una cloración deficiente. En ambas plantas encontró cloraminas de 439 a 470 µg/L y trihalometanos de 96 a 122 µg/L. El investigador concluyó, que la eficiencia de remoción en el agua no es óptima para nitrógeno amoniacal y fósforo soluble siendo tóxicos para la vida acuática¹⁶.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Rodríguez Y. En su trabajo titulado “MODELAMIENTO DE CLORO RESIDUAL CON WATERCAD EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE DE LA CIUDAD DE RIOJA, PROVINCIA DE RIOJA PARA DETERMINAR LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA, 2017” Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, **2018**. Con el objetivo de generar un modelo de simulación del cloro residual. En su metodología consideró 146 conexiones donde encontró que la concentración de cloro residual es superior a 0.50 mg/L el cual avala un óptimo trabajo en la remoción de sustancias nocivas. Finalmente concluyó, que la concentración del cloro residual es aceptable para el consumo de todos los usuarios de la ciudad de Rioja, ya que se encuentran dentro de los rangos establecidos por la OMS, que indica debe estar entre los 0.5 mg/L y 5 mg/L¹⁷.

Landeo AF. En su trabajo titulado “RELACIÓN DE LOS MÉTODOS POR GOTEO Y LA EFICIENCIA DEL CLORO RESIDUAL EN LA INSTALACIÓN DE SISTEMAS DE CLORACIÓN EN ZONAS RURALES”, para optar el título profesional de Ingeniero Civil, en la Universidad nacional de Huancavelica, **2018**. Como objetivo planteó determinar en qué grado favorece la relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales. El método utilizado fue correlacional y descriptiva, Como resultados obtuvo que, el 99% de cloro residual están en el intervalo de 0.71 mg/l; 1.03 mg/l; 0.67 mg/l; 1.01 mg/l) y 0.57 mg/l; 0.91 mg/l. Finalmente comprobó que el sistema de cloración por goteo con flotador adaptado es el más económico que un sistema de cloración por goteo por embalse. El investigador concluyó que, los

métodos por goteo benefician en la eficiencia del cloro residual en la instalación de técnicas de cloración en zonas rurales¹⁸.

Cava T y Ramos F. En su proyecto titulado “CARACTERIZACIÓN FÍSICO–QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO DE LA LOCALIDAD LAS JUNTAS DEL DISTRITO PACORA – LAMBAYEQUE, Y PROPUESTA DE TRATAMIENTO”, Presentada para optar el título profesional de Ingeniero Químico en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, **2016**. Su objetivo fue caracterizar físico–químico y microbiológicamente el agua de consumo humano. En su metodología para el análisis de agua seleccionaron 10 puntos de muestreo donde encontraron como resultados que el color, nitratos, arsénico, pH, dureza total, turbidez, plomo y recuento de heterótrofos están dentro de los límites aceptables y los sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes, cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos sobrepasan los límites aceptables. Concluyeron que, el agua es apta para consumo humano¹⁹.

Pérez RE y Ramos G. En su trabajo titulado “DOSIS DE CLORO Y CLORO RESIDUAL LIBRE EN EL SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL SECTOR DE PUYHÚAN GRANDE DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUANCVELICA – 2018”, para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental y Sanitario en la Universidad Nacional. Huancavelica, **2018**. Su objetivo fue evaluar la concentración de dosis de cloro y el cloro residual en agua de viviendas. En su metodología recogieron datos de 132 viviendas al azar. Obtuvieron en sus resultados el agua no concordante con el Reglamento de Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N° 031-2010-

SA porque la dosificación no es adecuada para el volumen de ingreso de agua al reservorio, ya que el cloro independiente residual en el reservorio es mínimo 0.4 mg/L y más alto 0.5 mg/L, y en las redes de repartición el mínimo es 0 mg/L y el más alto encontrado ha sido 0.39 mg/L. Al final concluyeron que, no se cumple con el reglamento de calidad de agua de consumo humano ²⁰.

García FF. En su trabajo titulado “MODELO DE DECAIMIENTO DE CLORO LIBRE EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE EN LA CIUDAD DE AZOGUES, ECUADOR”, Tesis para obtener el grado de doctor en la Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, **2019**. Su objetivo fue evaluar un modelo de decaimiento de cloro residual y la relación del cloro libre en la corrosión. En su metodología elaboró un modelo hidráulico para la modelación del cloro libre y determinó a través del test de botella la constante de reacción del cloro con el agua kb. Utilizó cupones extraíbles para estimar la corrosión de las tuberías. Como resultado obtuvo que el cloro influye en la corrosión de tuberías de cobre. La simulación permitió establecer las concentraciones de cloro que debe conservarse en el tanque de distribución, para mantener la mínima concentración en agua. Concluyó que los modelos se pueden usar como una herramienta de gestión para optimizar la calidad del servicio²¹.

2.1.3. Antecedentes Locales

Castillo TR. En su trabajo titulado “CONTROL FISICOQUÍMICO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL DISTRITO DE SUCRE” Tesis presentada Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

en la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, **2016**. Como objetivo planteó determinar la calidad de agua de Sucre. En su metodología las muestras las procesó en el laboratorio de la DESA de Cajamarca. Como resultado obtuvo que, la calidad de agua de la planta de procedimiento, demuestran que se hallan en los valores establecidos por el DS N° 015-2015-MINAM. No obstante, al hacer un estudio bacteriológico encontró que tiene valores que exceden los parámetros establecidos, haciéndola no aconsejable para el consumo humano, la causa ha sido por falta de una idónea dosificación del hipoclorito de calcio en el tanque de cloración en la planta de procedimiento. Finalmente, concluyó que, la calidad del agua es relativamente buena para el consumo de las personas²².

Castro E. En su trabajo titulado “EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DE AGUA DEL SECTOR A EN EL CENTRO POBLADO PUYLLUCANA, DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA” tesis para obtener el título en Ingeniería Ambiental en la Universidad Privada del Norte. Cajamarca, **2017**. Como objetivo planteó determinar la calidad de agua que consume el Centro Poblado Puyllucana-Baños del Inca. En su metodología evaluó 12 parámetros físico-químicos y biológicos. Como resultado obtuvo que, el agua analizada en este sector, muestra diferencias en la concentración de recursos minerales, en la existencia de compuestos orgánicos e inorgánicos y sales disueltas en todo el sector examinado. Además, hay una más grande concentración de coliformes fecales en el punto de muestreo del reservorio y domicilio según los LMP's (23 NMP/100 ml. y 30 NMP/100 ml. respectivamente), con respecto del punto de muestreo de la captación la cual además es alta según los ECA's (161 NMP/100 ml.), en la mayor parte de los puntos de vista de

muestreo coliformes fecales y totales permanecen altos. El investigador concluyó que, la calidad de agua no se encuentra en óptimas condiciones para consumo directo²³.

Hernández L. En su trabajo titulado “SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUA DE LLUVIA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN EL CASERÍO LA FLORIDA, HUASMÍN, CELENDIN, CAJAMARCA”, tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil en la Universidad Privada Norte, Cajamarca, **2014**. Como objetivo planteó determinar el nivel de abastecimiento de agua potable aprovechand el Agua de Lluvia. Como metodología utilizó un diseño de investigación transversal-descriptivo. El agua de lluvia fue recogida a través de un plástico situado debajo del techo. Como resultado obtuvo que, es viable proveer de agua potable en calidad y porción suficiente a lo largo de todos los meses del año, con dotaciones que se hallan en los parámetros establecidos para sistemas no convencionales, en ningún caso debería ser menor de 20 litros de agua por familia y por día, además los valores de las dotaciones asumidas se ajustan a los límites de diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales del Perú que nos menciona que para sistemas cuya fuente es agua de lluvia va a poder considerarse dotaciones menores de 20 lt/hab/día es de esta forma que las dotaciones asumidas varían a partir de 8 lt/hab/día hasta 22.5 lt/hab/día. El investigador concluyó que, con la implementación de un sistema de aprovechamiento de agua de lluvia se logra abastecer de agua potable durante el verano²⁴.

Oblitas YG y Torres LM. En su trabajo de investigación titulado “IDENTIFICACIÓN DE COLIFORMES TOTALES, COLIFORMES FECALES Y *Escherichia coli* AISLADAS DEL AGUA POTABLE DEL DISTRITO DE CAJAMARCA” Tesis

para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico en la Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca, 2016. Como objetivo plantearon identificar coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* en el agua. En su metodología tomaron una muestra de 500 mL de agua potable de la planta de tratamiento en un frasco de vidrio estéril. Como resultado obtuvieron que, existió presencia de coliformes totales en la Jass Lucmacucho, Calispuquio, Coñorcucho Mataracocha y Bellavista. Los investigadores concluyeron que existe la presencia de coliformes totales, coliformes fecales y *Escherichia coli* lo que convierte al agua en no óptima para consumo²⁵.

Marín ZY. En su estudio denominado “CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DEL AGUA DE CONSUMO HUMANO DEL DISTRITO DE OXAMARCA-CELENDÍN”, Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental, en la Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, 2019. Como objetivo planteó determinar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en Oxamarca-Celendín. En su metodología tomó muestras de agua, una antes y después que el agua del manantial ingrese al reservorio. Como resultado el agua no es considerada un agua apta para consumo humano, debido a la presencia de coliformes totales (46 NMP/100 mL), coliformes termotolerantes (6.9 NMP/100 mL) y a la ausencia de cloro libre residual. La conductividad eléctrica 538 μ S/cm, sólidos totales disueltos 341 mg/L, dureza cálcica 275.9 mg/L, turbiedad fue de 0,94 NTU, alcalinidad total 290.3 mgCaCO₃/L, rangos de pH entre 7.1 a 7.7 y temperatura entre 13 a 16°C, cumplieron los estándares de calidad. El investigador concluyó que el agua no es apta para consumo de las personas²⁶.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Agua potable

Se llama agua potable al agua "bebible" en el sentido que podría ser consumida por personas y animales sin peligro de contraer patologías. Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le llama potabilización²⁷.

Según las guías para la calidad del agua potable de la OMS (OMS), agua potable es aquella agua que podría ser consumida por los individuos a lo largo de toda su historia sin situar en peligro su salud²⁸.

A. Calidad del agua

La calidad del agua potable es primordial para la salud pública. A pesar de las mejoras en las últimas décadas, el acceso a agua potable de buena calidad sigue siendo un problema crítico. La Organización Mundial de la Salud estima que casi el 10% de la población en el mundo no tiene acceso a fuentes mejoradas de agua potable, y uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas es garantizar el acceso universal al agua y al saneamiento para 2030. Si bien la calidad del agua potable está regulada y monitoreada en muchos países, el aumento del conocimiento conduce a la necesidad de revisar los estándares y las pautas de manera casi permanente, tanto para los contaminantes regulados como para los recién identificados. Los estándares del agua potable se basan principalmente en datos de toxicidad animal, y son raros los estudios epidemiológicos más sólidos con una evaluación precisa de la exposición. El paradigma actual de evaluación de riesgos que trata principalmente con productos químicos

uno por uno descarta los sinergismos o interacciones potenciales de las exposiciones a mezclas de contaminantes, particularmente en el rango de exposición bajo. Por lo tanto, se necesitan pruebas sobre la exposición y los efectos sobre la salud de las mezclas de contaminantes en el agua potable²⁹.

La calidad del agua se ve afectada tanto por actividades antropogénicas como por factores naturales, y estos últimos influyen en la calidad del agua superficial a través de aguas residuales industriales, pesticidas, fertilizantes químicos y la mayor explotación de los recursos hídricos. Tales influencias han llevado a una disminución en la calidad del agua, generando una gran presión sobre la estructura y función de los ecosistemas acuáticos. Por lo tanto, la implementación de programas regulares de monitoreo del agua y una evaluación razonable de los productos químicos podría ayudar a controlar la contaminación del agua y restaurar los ecosistemas acuáticos²⁹.

B. Normativa peruana sobre la calidad del agua

El agua es esencial para sustentar la vida, y un suministro satisfactorio (adecuado, seguro y accesible) debe estar disponible para todos. Mejorar el acceso al agua potable puede generar beneficios tangibles para la salud. Debe hacerse todo lo posible para lograr que el agua potable sea lo más segura posible. En nuestro país la mayoría de la población de escasos recursos económicos y los más alejados de la patria se ven forzados a consumir agua de manantiales y ríos con pésima calidad, ocasionado múltiples patologías en la población pediátrica y la población en general. Las Directrices tienen por objeto apoyar el

desarrollo y la implementación de estrategias de gestión de riesgos que garanticen la seguridad de los suministros de agua potable a través del control de los componentes peligrosos del agua. Estas estrategias pueden incluir estándares nacionales o regionales desarrollados a partir de la base científica proporcionada en las Directrices. Las Directrices describen requisitos mínimos razonables de prácticas seguras para proteger la salud de los consumidores y derivan “valores de referencia” numéricos para los constituyentes del agua o indicadores de la calidad del agua. Al definir los límites obligatorios, es preferible considerar las Directrices en el contexto de las condiciones ambientales, sociales, económicas y culturales locales o nacionales. Las Directrices también deben ser parte de una estrategia general de protección de la salud que incluya saneamiento y otras estrategias, como la gestión de la contaminación de los alimentos. Esta estrategia también se incorporaría normalmente en un marco legislativo y reglamentario que adapte las Directrices para abordar los requisitos y circunstancias locales, en el Perú estas directrices están estipuladas en el D.S. N° 031-2010-SA, donde se establece los límites máximos permisibles para agentes microbiológicos, parasitológicos, organolépticos, químicos orgánicos e inorgánicos y físicos. Los trabajadores del sector salud y las autoridades pertinentes tienen el propósito de planear y plantear ocupaciones puntuales en forma conjunta y multisectorialmente para garantizar una buena calidad de agua para nuestra población³⁰.

La naturaleza y forma de los estándares de agua potable pueden variar entre países y regiones. No existe un enfoque único que sea universalmente aplicable. Es esencial en el desarrollo e implementación de estándares que se tenga en

cuenta la legislación actual o prevista relacionada con el agua, la salud y el gobierno local y que se evalúe la capacidad de los reguladores en el país. Los enfoques que pueden funcionar en un país o región no necesariamente se transferirán a otros países o regiones. Es fundamental que cada país revise sus necesidades y capacidades en el desarrollo de un marco regulatorio. Aunque las Directrices describen una calidad de agua que es aceptable para el consumo de por vida, no se debe considerar que el establecimiento de estas Directrices, incluidos los valores de referencia, implica que la calidad del agua potable puede degradarse hasta el nivel recomendado. De hecho, se debe hacer un esfuerzo continuo para mantener la calidad del agua potable en el nivel más alto posible. En este aspecto el Decreto Supremo N° 031-2010-SA, especifica que utilizar cloro o solución clorada como sanitizante, no deberán contener menos de 0.5 mg^{-1} en el 90% del total de muestras, además del 10% restante, ni una debería contener menos de 0.3 mgL^{-1} y la turbiedad $> 5 \text{ UNT}^{31}$.

La OMS instituye que: “Las [Cl⁻] son de 0,2 mg/l en escenarios tradicionales y de 0,5 mg/l en contextos de peligro alto”³².

2.2.2. Parámetros de Calidad

Límites de calidad del agua Los límites de calidad del agua a evaluar tienen la posibilidad de estar presentes en el agua y al uso de la misma, Ya que la zona de análisis está en una región rural, los límites físicos y químicos que se determinan en cada punto de muestreo son³³:

- Temperatura.
- pH.

- Conductividad eléctrica.
- Turbiedad.
- Coliformes totales
- Hierro.
- Sulfato.
- Nitrato.
- Aluminio.
- Cobre.
- cromo³³.

A. Parámetros de control obligatorio

Los parámetros, según el DS. N° 031- 2010 SA. De DIGESA se detallan a continuación³⁴.

N°	Parámetros	Unidad de medida	Limites máximo permisible
1	Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2	Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)
3	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
5	Turbiedad	UNT	5
6	cloro residual	mg L-1	5
7	Escherichia.coli	UFC/100 mL a 44,5 °C	0 (*)

FIGURA N° 1. Parámetros de control obligatorio.

Fuente: Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. 2010³⁴.

2.2.1.1. Características físicas del agua potable

Las características físicas son las siguientes³⁵.

- **Temperatura (T):** la temperatura no se usa directamente para evaluar si el agua es potable o no. Sin embargo, en sistemas de agua naturales como lagos y ríos, la temperatura es un factor físico significativo que determina la calidad del agua.
- **Potencial de hidrógeno (pH):** Es una medida de la $[H^+]$ en el agua, lo que establece la acidez o alcalinidad. El pH del agua se mide entre 0 y 14 para determinar qué tan ácida o alcalina es. La medición se realiza utilizando una escala logarítmica.
- **Turbiedad (T):** Se representa por unidades de nefelometrías de turbiedad (UNT) y es una medida de la proporción de materia en suspensión que interfiera con el paso de un haz de luz por medio del agua. El agua pura es clara y no absorbe la luz. Si aparece turbidez en el agua, puede indicar contaminación del agua.
- **Conductividad eléctrica (CE):** La corriente eléctrica es transportada por iones en solución, por consiguiente, un incremento en la concentración de iones causa un crecimiento en la conductividad, la CE es indicativa del material ionizable total presente en el agua.
- **Sólidos totales (ST):** Si el agua se filtra para eliminar los sólidos en suspensión, el sólido restante en el agua indica el total de sólidos disueltos. Si los sólidos disueltos en el agua superan los 300 mg/l, afecta negativamente a

los organismos vivos y a los productos industriales.

2.2.1.2. Características químicas del agua potable

Los problemas de salud asociados con los componentes químicos del agua potable difieren de los asociados con la contaminación microbiana y surgen principalmente de la capacidad de los componentes químicos para causar efectos nocivos para la salud después de períodos prolongados de exposición. Hay pocos componentes químicos del agua que puedan causar problemas de salud como resultado de una sola exposición, excepto por la contaminación accidental masiva de un suministro de agua potable. Además, la experiencia muestra que, en muchos, pero no en todos, tales incidentes, el agua se vuelve imbebible debido a un sabor, olor y apariencia inaceptables. En situaciones en las que no es probable que la exposición a corto plazo provoque un deterioro de la salud, a menudo es más eficaz concentrar los recursos disponibles para la acción correctiva en encontrar y eliminar la fuente de contaminación, en lugar de instalar un costoso tratamiento de agua potable para eliminar la contaminación. del constituyente químico³⁵.

Hay muchas sustancias químicas que pueden estar presentes en el agua potable; sin embargo,

solo unos pocos representan un problema de salud inmediato en cualquier circunstancia. La prioridad otorgada tanto al monitoreo como a la acción correctiva para los contaminantes químicos en el agua potable debe administrarse para garantizar que los recursos escasos no se destinen innecesariamente a aquellos que presentan poca o ninguna preocupación para la salud³⁵.

- **Sulfato (SO₄ 2-):** Los sulfatos se encuentran naturalmente en numerosos minerales y se utilizan comercialmente, principalmente en la industria química. Se descargan al agua en desechos industriales y por deposición atmosférica; sin embargo, los niveles más altos generalmente ocurren en aguas subterráneas y provienen de fuentes naturales. En general, la ingesta diaria promedio de sulfato del agua potable, el aire y los alimentos es de aproximadamente 500 mg, siendo los alimentos la principal fuente. Sin embargo, en áreas con suministros de agua potable que contienen altos niveles de sulfato, el agua potable puede constituir la principal fuente de consumo.
- **Nitratos:** Materia orgánica no completamente oxidada en el agua. Los nitritos son muy peligrosos y, por lo tanto, la cantidad permitida de nitritos en el agua debe ser nula.

- **Aluminio (Al):** El aluminio es el elemento metálico más abundante y constituye alrededor del 8% de la corteza terrestre. Las sales de aluminio se utilizan ampliamente en el tratamiento del agua como coagulantes para reducir la materia orgánica, el color, la turbidez y los niveles de microorganismos. Tal uso puede conducir a mayores concentraciones de aluminio en el agua tratada. Cuando las concentraciones residuales son altas, puede producirse un color y una turbidez indeseables. Las concentraciones de aluminio en las que pueden ocurrir tales problemas dependen en gran medida de una serie de parámetros de calidad del agua y factores operativos en la planta de tratamiento de agua. La ingesta de aluminio de los alimentos, en particular los que contienen compuestos de aluminio utilizados como aditivos alimentarios, representa la principal vía de exposición al aluminio para el público en general.
- **Cobre (Cu):** El cobre es un nutriente esencial y un contaminante del agua potable. Se utiliza para fabricar tuberías, válvulas y accesorios y está presente en aleaciones y revestimientos. El sulfato de cobre pentahidratado a veces se agrega al agua superficial para el control de las algas. Las concentraciones de cobre en el agua potable varían ampliamente, y la fuente principal suele ser la corrosión de las

tuberías interiores de cobre. Los niveles en agua corriente o completamente descargada tienden a ser bajos, mientras que los de muestras de agua estancada o parcialmente descargada son más variables y pueden ser sustancialmente más altos (con frecuencia por encima de 1 mg/l). Las concentraciones de cobre en el agua tratada a menudo aumentan durante la distribución, especialmente en sistemas con pH ácido o aguas con alto contenido de carbonato y pH alcalino. Los alimentos y el agua son las principales fuentes de exposición al cobre en los países desarrollados.

- **Cromo (Cr):** Es un componente blanco azulado, bastante duro.
- **Hierro (Fe):** Es un metal moldeable, tenaz, de color gris plateado y magnético. La presencia del hierro en el agua produce precipitación y coloración indeseada.
- **Cloro:** El cloro se produce en grandes cantidades y se usa ampliamente tanto en la industria como en el hogar como un importante desinfectante y blanqueador. En particular, es muy utilizado en la desinfección de piscinas y es el desinfectante y oxidante más utilizado en el tratamiento del agua potable. En el agua, el cloro reacciona para formar ácido hipocloroso e hipocloritos. Las concentraciones de clorato y algunos percloratos aumentan en las soluciones de

hipoclorito durante el almacenamiento a temperaturas ambiente altas o cuando se agrega hipoclorito nuevo al hipoclorito viejo.

La mayoría de las sustancias químicas que se encuentran en el agua potable son un problema para la salud solo después de una exposición prolongada de años, en lugar de meses. La excepción principal es el nitrato. Por lo general, los cambios en la calidad del agua ocurren progresivamente, excepto en el caso de aquellas sustancias que se descargan o se filtran intermitentemente a las aguas superficiales que fluyen o a los suministros de aguas subterráneas, por ejemplo, de los vertederos contaminados. En algunos casos, hay grupos de productos químicos que surgen de fuentes relacionadas, por ejemplo, subproductos de desinfección (DBP), y puede que no sea necesario establecer estándares para todos los DBP para los que existen valores de referencia. Si se practica la cloración, los trihalometanos (THMs) y los ácidos haloacéticos (HAAs) serán los principales SPD. Si hay bromuro presente, se producirán SPD bromados y clorados. Mantener las concentraciones de THM y HAA por debajo de los valores de referencia mediante el control de los compuestos precursores proporcionará un control adecuado sobre otros subproductos de la cloración³⁶.

2.2.1.3. Características microbiológicas del agua potable

En términos generales, los mayores riesgos microbianos están asociados con la ingestión de agua contaminada con heces humanas o animales. Las descargas de aguas residuales en aguas dulces y marinas costeras son la principal fuente de microorganismos fecales, incluidos los patógenos. Las enfermedades diarreicas microbianas agudas son un importante problema de salud pública en los países en desarrollo. Las personas afectadas por enfermedades diarreicas son las que tienen los recursos económicos más bajos y las instalaciones higiénicas más deficientes³⁷.

Coliformes totales. Los recuentos de coliformes totales dan una indicación general de la condición sanitaria de un suministro de agua. Los coliformes totales incluyen bacterias que se encuentran en el suelo, en el agua que ha sido influenciada por el agua superficial y en los desechos humanos o animales. La mayoría de las bacterias coliformes no causan enfermedades. Sin embargo, algunas cepas raras de *E. coli*, particularmente la cepa 0157:H7, pueden causar enfermedades graves. Los brotes recientes de enfermedades causadas por *E. coli* 0157:H7 han generado mucha preocupación pública sobre este organismo. Se ha encontrado *E. coli* 0157:H7 en bovinos, pollos, cerdos y ovejas. La mayoría de los casos humanos informados se han debido a comer hamburguesas poco cocidas. Los casos de *E. coli*

0157:H7 causados por suministros de agua potable contaminados son raros³⁷.

Coliformes fecales. La presencia de bacterias coliformes fecales en ambientes acuáticos indica que el agua ha sido contaminada con material fecal de humanos u otros animales. En el momento en que esto ocurrió, la fuente de agua puede haber sido contaminada por patógenos o bacterias o virus que producen enfermedades que también pueden existir en la materia fecal. Algunas enfermedades patógenas transmitidas por el agua incluyen la fiebre tifoidea, la gastroenteritis viral y bacteriana y la hepatitis A. La presencia de contaminación fecal es un indicador de que existe un riesgo potencial para la salud de las personas expuestas a esta agua. Las bacterias coliformes fecales pueden ocurrir en el agua ambiental como resultado del desbordamiento de aguas residuales domésticas o fuentes dispersas de desechos humanos y animales³⁷.

Las bacterias coliformes fecales pueden ingresar a los ríos a través de la descarga directa de desechos de mamíferos y aves, de escorrentías agrícolas y pluviales, y de aguas residuales humanas no tratadas. Los tanques sépticos domésticos individuales pueden sobrecargarse durante la temporada de lluvias y permitir que los desechos humanos sin tratar fluyan hacia las zanjas de drenaje y las aguas cercanas. Las prácticas agrícolas, como permitir que los desechos animales se laven en los arroyos

cercanos durante la temporada de lluvias, esparcir estiércol y fertilizantes en los campos durante los períodos de lluvia y permitir que el ganado abrevé en los arroyos, pueden contribuir a la contaminación por coliformes fecales. En el momento en que esto ocurre, la fuente de agua puede estar contaminada por patógenos o bacterias o virus que producen enfermedades, que también pueden existir en la materia fecal. La presencia de coliformes fecales tiende a afectar a los humanos más que a las criaturas acuáticas, aunque no exclusivamente. Si bien estas bacterias no causan enfermedades directamente, las altas cantidades de bacterias coliformes fecales sugieren la presencia de agentes causantes de enfermedades. Durante los períodos de mucha lluvia, las alcantarillas pueden sobrecargarse y desbordarse, evitando el tratamiento. A medida que se descarga en un arroyo o río cercano, las aguas residuales sin tratar ingresan al sistema fluvial. La escorrentía de las carreteras, los estacionamientos y los patios puede llevar los desechos animales a los arroyos a través de las alcantarillas pluviales³⁸.

A. Infecciones transmitidas en el agua

Los patógenos que pueden transmitirse a través del agua de bebida contaminada son diversos en cuanto a características, comportamiento y resistencia. La transmisión a través del agua de los patógenos enumerados ha sido confirmada

por estudios epidemiológicos e historias de casos. Parte de la demostración de la patogenicidad consiste en reproducir la enfermedad en huéspedes adecuados. Los estudios experimentales en los que voluntarios adultos sanos están expuestos a un número conocido de patógenos proporcionan información, pero estos datos son aplicables solo a una parte de la población expuesta. El espectro de patógenos puede cambiar como resultado de cambios ambientales, del huésped y del patógeno, como fluctuaciones en las poblaciones humanas y animales, reutilización de aguas residuales, cambios en los estilos de vida e intervenciones médicas, movimientos y viajes de la población, presiones selectivas para nuevos patógenos y mutantes o recombinaciones de patógenos existentes. La inmunidad de los individuos también varía considerablemente, ya sea adquirida por contacto con un patógeno o influenciada por factores como la edad, el sexo, el estado de salud y las condiciones de vida³⁹.

2.2.3. Control de calidad de la desinfección del agua

Comprender la eficacia de las medidas de control incluye la validación. La validación es importante tanto para garantizar que el tratamiento logrará los objetivos deseados (objetivos de rendimiento) como para evaluar las áreas en las que se puede mejorar la eficacia (p. ej., comparando el rendimiento alcanzado con el que se ha demostrado que se puede lograr a través de procesos bien ejecutados). El tratamiento del

agua podría aplicarse en una planta de tratamiento de agua potable (tratamiento central) a sistemas de tuberías o en el hogar o en el punto de uso en entornos distintos de los suministros por tuberías. Las aguas de muy alta calidad, como las aguas subterráneas de acuíferos confinados, pueden depender de la protección de la fuente de agua y el sistema de distribución como las principales medidas de control para el suministro de agua segura. Más típicamente, se requiere el tratamiento del agua para eliminar o destruir los microorganismos patógenos. En muchos casos (por ejemplo, aguas superficiales de mala calidad), se requieren múltiples etapas de tratamiento, que incluyen, por ejemplo, coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. En Perú se sigue los lineamientos del D.S. N° 031-2010³⁴.

2.2.4. Parámetros de calidad de la cloración

Los primordiales límites que tienen que controlarse para asegurar la buena calidad de la sanitización son, de forma rutinaria: el cloro residual independiente, el pH y la turbiedad. Asimismo, la autoridad responsable del servicio y/o de la vigilancia de la calidad del agua debería además medir otros límites como la existencia de contaminación microbiológica por medio de coliformes fecales, *E. Coli* u otro indicador predeterminado en las reglas vigentes. La medición del cloro residual, pH y turbiedad son límites que tienen la posibilidad de ser medidos de forma simple por el operador del sistema, para lo que debería disponer de los conjuntos y reactivos adecuados⁴⁰.

2.2.4.1. Concentración de cloro residual en agua

La presencia de cloro libre (también conocido como cloro residual, cloro residual libre, cloro residual) en el agua potable indica que: Inicialmente se agregó una cantidad suficiente de cloro al agua para inactivar las bacterias y algunos virus que causan enfermedades diarreicas; y el agua está protegida contra la recontaminación durante el almacenamiento. La presencia de cloro libre en el agua potable se correlaciona con la ausencia de la mayoría de los organismos causantes de enfermedades y, por lo tanto, es una medida de la potabilidad del agua. El valor máximo permitido por la OMS para el cloro residual libre en el agua potable es de 5 mg/L. El valor mínimo recomendado por la OMS para el cloro residual libre en el agua potable tratada es de 0,2 mg/L. CDC recomienda no exceder los 2,0 mg/L debido a problemas de sabor, y el cloro residual se descompone con el tiempo en el agua almacenada.⁴¹.

Entre los procedimientos colorimétricos para la medición del cloro residual, los más frecuentes son los que usan el reactivo DPD. Otro procedimiento es el que usa la Ortotolidina como representante reactivo. No obstante, la utilización de este último vino reduciendo gracias a un viable impacto carcinógeno sobre la salud de quienes hace uso extensivo del reactivo⁴¹.

2.2.5. Desinfección del agua

La desinfección tiene una importancia incuestionable en el abastecimiento de agua potable. La destrucción de los microorganismos patógenos es fundamental y muy comúnmente implica el uso de agentes químicos reactivos como el cloro. La desinfección es una barrera eficaz para muchos patógenos (especialmente bacterias) durante el tratamiento del agua de bebida y debe usarse para aguas superficiales y subterráneas sujetas a contaminación fecal. La desinfección residual se utiliza para proporcionar una protección parcial contra la contaminación de bajo nivel y el crecimiento dentro del sistema de distribución. La desinfección química de un suministro de agua potable que esté contaminada con heces reducirá el riesgo general de enfermedad, pero no necesariamente hará que el suministro sea seguro. Por ejemplo, la desinfección con cloro del agua potable tiene limitaciones contra los patógenos protozoarios, en particular *Cryptosporidium* y algunos virus. La eficacia de la desinfección también puede ser insatisfactoria contra los patógenos dentro de los flóculos o partículas, que los protegen de la acción de los desinfectantes. Altos niveles de turbidez pueden proteger a los microorganismos de los efectos de la desinfección, estimular el crecimiento de bacterias y dar lugar a una importante demanda de cloro. Es esencial que se implemente una estrategia de gestión general en la que se utilicen múltiples barreras, incluida la protección del agua de origen y los procesos de tratamiento apropiados, así como la protección durante el almacenamiento y la distribución, junto con la desinfección para prevenir o eliminar la contaminación microbiana. El uso de desinfectantes químicos en el tratamiento del agua generalmente da como resultado la formación de

subproductos químicos. Sin embargo, los riesgos para la salud de estos subproductos son extremadamente pequeños en comparación con los riesgos asociados con una desinfección inadecuada, y es importante que la eficacia de la desinfección no se vea comprometida al intentar controlar dichos subproductos⁴².

2.2.6. Cloración por goteo

Es un proceso que posibilita desinfectar el agua potable por medio de la dosificación constante de una solución clorada en pequeñas porciones (en forma de gotas o chorro) en la cámara de cloración o de manera directa en el reservorio. La finalidad es conseguir la sanitización eficiente del agua y garantizar la existencia de cloro residual independiente predeterminado en la regla vigente⁴³.

Los factores del cloro como desinfectante son⁴³:

- Germicida potente.
- Control de gusto y olores.
- Control de crecimiento biológico.

2.3. Definición de términos básicos

- **Acido hipocloroso (HOCl):** El ácido hipocloroso (HOCl o HClO) es un ácido débil que se forma cuando el cloro se disuelve en agua y se disocia parcialmente formando hipoclorito⁴⁴.
- **Cloración:** La cloración es uno de los muchos métodos que se pueden utilizar para desinfectar el agua. Este método se utilizó por primera vez hace más de un siglo y todavía se utiliza en la actualidad. Es un método de desinfección química que utiliza varios tipos de cloro o sustancias cloradas para la oxidación y desinfección de lo que será la fuente de agua potable.⁴⁵.

- **Coliformes:** Son un conjunto que integran organismos aeróbicos y aeróbicos facultativos (es mencionar, que poseen la función de ir por vías anaerobias si las situaciones del medio ambiente de esta forma lo determinan), las bacterias Gramnegativas no conforman esporas, poseen forma de bacilos (bastones alargados) y que como vía metabólica generan ácido y gas de la fermentación de lactosa⁴⁵.
- **Coliformes fecales:** se diferencian del resto de coliformes por su capacidad de fermentar lactosa y crecer a 44,5°C. Como ejemplo más común citamos *Escherichia coli* y el género *Enterobacter*⁴⁴.
- **Cloroacetonas:** La 1,1-dicloroacetona se forma a partir de la reacción entre el cloro y los precursores orgánicos y se ha detectado en agua potable clorada. Se estima que las concentraciones son inferiores a 10 µg/l y, por lo general, inferiores a 1 µg/l.⁴¹
- **Desinfección:** La sanitización del agua significa la supresión, desactivación o devastación de microorganismos patógenos⁴¹.
- **pH del agua:** El pH es una medida de cuán ácida/básica es el agua. El rango va de 0 a 14, siendo 7 neutral. El agua pura tiene un pH de 7 y se considera “neutra” porque no tiene cualidades ácidas ni básicas⁴¹.

CAPITULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de hipótesis

Al ser un estudio descriptivo no aplica.

3.2. Identificación de variables

3.2.1. Variable

- Parámetros de control de calidad de agua.

3.3. Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Valores	Criterios de Medición	Escala de medición de variables	Instrumentos de Recolección de datos
VARIABLE Parámetros de control de calidad del agua	Son normas que permiten medir la calidad del agua para consumo humano	Microbiológicos Coliformes totales	Recuento de coliformes totales	0 UFC/100 mL	0 Apto	nominal	Ficha de recolección de datos
		Coliformes fecales	Recuento de coliformes fecales		>0 No apto		
		Físicos pH	-De 6,5 – 8,5	Acido, alcalino y neutro	>8,5 No aceptable		
		Cloro residual	-0,5 mg/L	Crecimiento bacteriano	<0,5mg/l no aceptable		

		Turbiedad	5 UNT	Residuos suspendidos	>5 UNT No aceptable	Nominal	Ficha de recolección de datos
		Conductividad	1500µs/cm	Conducción de corriente	>1500µs/cm No aceptable		
		Temperatura	25°C	Contaminación termina	25°C No aceptable		
		Sólidos totales disueltos	1000 mg/L	Residuos	>1000 mg/L No aceptable		
		Químicos Sulfato (SO ₄) Hierro (Fe) Cobre (Cu) Cromo (Cr) Nitrito (NO ₂) Nitrato (NO ₃) Aluminio (Al)	250 mg/L 0,3 mg/L 3 mg/L 0,05 mg/L 0,5 mg/L 50 mg/L 0,2 mg/L	Contaminación	Valores superiores no es apto para consumo		

CAPITULO IV:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y Nivel De La Investigación

4.1.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación es **analítico**, porque está encaminada al análisis de la calidad del agua potable⁴⁵.

4.1.2. Nivel de Investigación

Nivel de investigación es **descriptiva**, pues está basada en la explicación de un fenómeno o hecho. Se implica un entendimiento anterior del asunto, el cual lleva a cuestiones más exactas y enfocadas en la interacción entre variables⁴⁶.

4.2. Método y Diseño de la Investigación

4.2.1. Método de la investigación

El presente estudio empleará el método **deductivo**, este se basa en sustraer una conclusión basado en una premisa que se asume como verdadera, para eso, se comparó medidas permisibles con la muestra captada sin intervenir con los datos ya determinados de acuerdo con DIGESA⁴⁷.

4.2.2. Diseño de la Investigación

Corresponde a un diseño no **experimental** debido a que no se manipuló la variable de estudio, los resultados se presentaron de acuerdo a la observación del investigador⁴⁸.

4.3. Población y Muestra de la Investigación

4.4. Población

Conformada por 160 grifos de agua por lo que las familias se abastecen de agua potable del Centro Poblado Tinyayoc.

4.5. Muestra

Representada por 2 puntos de monitoreo, 1 punto el reservorio de agua y 1 punto en la pileta domiciliaria. Se utilizó el muestreo no probabilístico y se eligieron 50 viviendas.

Se realizó los cálculos en donde se aplicó la siguiente fórmula para encontrar el tamaño de muestra.

Donde:

- z = nivel de confianza = 1,96
- p = porcentaje de población = 95%
- q = porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado = 5%
- N = tamaño del universo = 160
- e = error de estimación máxima aceptada = 5%
- n = tamaño de la muestra

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

$$n = \frac{160 \times 1,96^2 \times 95 \times 5}{5^2 \times (160-1) + 1,96^2 \times 95 \times 5}$$

$$n = 50$$

- Se tomó la muestra de 50 grifos de agua de los domicilios, al azar del Centro Poblado Tinyayoc.

4.4. Técnicas e Instrumentos de la Recolección de Datos

4.4.1. Técnicas

Caracterización el área de estudio y monitoreo de agua de consumo humano

4.4.2. Instrumentos

- Fichas registro de recolección de datos sobre las muestras tomadas.
- Fichas de laboratorio

4.4.3. Procedimientos

4.4.3.1. Trabajo de campo

Se solicitó la autorización de la Junta Administradora de Servicios de Saneamiento-JAAS del Centro Poblado de Tinyayoc. Luego, se verificó la disponibilidad del equipo de análisis y los laboratorios acreditados como Dirección Regional de Salud-DIRESA, para contar con ellos en el momento necesario. Por último, la muestra 1 que fue tomada en el reservorio a las 8.00 am y la muestra 2 de los caños de agua de las viviendas a partir de las 8.30 am.

4.4.3.2. Recopilación de muestras

Se recolectaron 50 muestras en frascos estériles de vidrio al azar de los grifos de agua de toda la población del Centro Poblado de Tinyayoc, Distrito José Sabogal, Provincia de San Marcos, Región Cajamarca.

- **Muestra N° 01: Reservorio**

En el reservorio se tomó la muestra a las 8.00 de la mañana luego de haber iniciado la cloración del agua.

- **Muestra N° 02: Muestras de caños de viviendas**

Las muestras que se tomaron de cada caño de las viviendas fueron a continuación de la toma de muestra del reservorio aproximadamente las 9.00 de la mañana, para obtener las muestras sin ninguna contaminación se realizó de la siguiente manera.

- ✓ Desinfectar el caño con alcohol.
- ✓ Destapar el frasco con papel kraft, y tomar la muestra y llenarlo hasta $\frac{3}{4}$ de su capacidad y cerrar inmediatamente.
- ✓ Luego, rotular y enviar la muestra en un plazo máximo de 20 h al laboratorio.

4.4.3.3. Conservación de las muestras

Las muestras se trasladaron con cuidado durante las primeras 6 horas impidiendo que se temperatura aumente luego del recojo.

4.4.2.4. Análisis de la muestra

El análisis de las muestras de agua se realizó, en el laboratorio de DIRESA, especializado en análisis de muestras de agua, por INDECOPI.

4.4.2.5. Procedimiento para medir los parámetros microbiológicos

Se siguió el siguiente procedimiento para el recuento de bacterias heterotróficas⁴⁹:

- Filtración

Se conectó el equipo de filtración estéril a la fuente de vacío y se colocó el filtro de membrana estéril sobre el porta filtros con unas pinzas estériles.

Luego, se colocó el embudo estéril sobre la base, teniendo cuidado de no estropear la membrana y, de que ésta quede bien centrada. La membrana quedó situada entre el embudo y la base-soporte del filtro y se añadió 100mL de la muestra. Se abrió la llave y se aplicó vacío. Una vez que la muestra pasó por el filtro, se cerró la llave.

- Traslado de la membrana

Luego se retiró el embudo y, con asistencia de unas pinzas estériles y asegurándose de que no quedan burbujas de aire entre la membrana y el medio, se transfirió la membrana al medio de cultivo:

- Conformado por un medio de agar en una placa de Petri. Una almohadilla

absorbente previamente saturada con un medio líquido en una placa tipo PetriPad y una placa de Petri vacía o con un poco de medio en el que a continuación la membrana se recubre de medio agar fundido a 45 ± 1 °C.

En el sistema EZ se incubó directamente.

Coliformes totales: se incubó a una temperatura de 35.5°C por 24 horas

Coliformes termo tolerantes: se incubó a 45.7°C por 24 horas.

4.4.2.6. Procedimiento para medir los parámetros físicos

- Para medir el pH se empleó un potenciómetro calibrado y los resultados se anotaron en una ficha de recolección de datos⁵⁰.
- Para determinar la turbiedad se utilizó el equipo turbidímetro T-100 [OAKTON] el cual fue graduado empleando los estándares 800, 100 y 20 teniendo como límite permisible 5 UNT y los datos conseguidos fueron anotados⁵⁰.
- Para el Cloro residual se utilizó el reactivo DPD (Dietil-para-fenil diamina). En primer lugar, se llenó una celda con agua desionizada (blanco) y la otra celda se llenó con la muestra más el reactivo DPD y se agitó por unos segundos en forma homogénea y se procedió a realizar la lectura con el disco fotométrico⁵¹.
- Para la temperatura se metió el termómetro la muestra durante 5 min. Luego se tomó nota del valor obtenido⁵¹.

- Para la determinación de la conductividad se vertió 50 mL de agua en un beacker, luego se metió el electrodo del conductímetro y se registró los datos que aparecieron en la pantalla⁵¹.
- Para la determinación de solidos disueltos totales se vertió en un beacker 50 mL de agua y se metió el electrodo del conductímetro, se presionó dos veces la tecla Mode hasta que se estabilice, y luego se registró los datos obtenidos en la pantalla⁵².

4.4.2.7. Procedimiento para medir los parámetros químicos

- Para la determinación de sulfatos se utilizó el espectrofotómetro a una longitud de onda de 680 nm, se colocó en la celda una cubeta con la muestra y se presionó la tecla ENTER y luego se anotó los datos⁵³.
- Para nitratos se llenó el tubo de ensayo con 2,5 ml de muestra más 5 ml de reactivo de ácido mixto (V-6278) y se tapó y mezclo durante 1 minuto. Después de 5 minutos se insertó el tubo de prueba en el visor octa-slide 2 (1101), y se registró los datos.
- Para la determinación de hierro se pipeteo en un tubo de ensayo 5 mL de la muestra preparada, luego se adicionó 3 gotas del reactivo Fe-AN luego se mezcló. Se dejó en reposo 3 minutos, luego se introdujo la muestra en el espectrofotómetro a 565 nm⁵⁴.

- Para la determinación de cromo se preparó la mezcla primero en tubos de ensayo. Se añadió 1 micro-cucharada rasa (gris) de Cr-1^a, más 6 gotas Cr-2A, a 5 mL de muestra y se dejó por 10 minutos, luego se midió a 540 nm en el espectrofotómetro¹⁹.
- Para el cobre se preparó la mezcla primero en tubos de ensayo, luego se adicionó 1 cucharada rasa (verde), más 5 gotas de r Cu -2A a 5 mL de muestra y se dejó reposar por 10 minutos y se midió a 595 nm en el espectrofotómetro¹⁹.
- Para la determinación de aluminio se preparó la mezcla primero en tubos de ensayo. Luego se adicionó a 5 mL de muestra 1 cucharada azul de Al-1A, más 1 mL de Al-2A más 6 gotas de Al-3^a, se dejó reposar por 4 minutos y se midió a 545 nm en el espectrofotómetro¹⁹.

4.5. Aspectos éticos

Esta investigación cumplió con los aspectos éticos de la Universidad y con la ética profesional que identifica a todo profesional de salud, además se cumplió con los protocolos DIGESA³⁴.

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados de investigación

5.1.1. Análisis microbiológico

TABLA N° 1. Parámetros Microbiológicos del agua de Tinyayoc.

Parámetros	LMP	Intervalos (UFC/100 ml)	Reservorios de agua	Viviendas
Coliformes totales	0 UFC/100 mL	<1 (Apto)	6 (60%)	7 (70%)
		De 1 a 199 (No apto)	2 (20%)	3 (30%)
		>200 (No apto)	2 (20%)	0 (0%)
Coliformes fecales	0 UFC/100 mL	<1 (Apto)	26 (65%)	38 (95%)
		De 1 a 199 (No apto)	8 (20%)	2 (5%)
		>200 (No apto)	6 (15%)	0 (0%)

Fuente: **Bases de datos.**

Interpretación: En la tabla 1, se aprecia los parámetros microbiológicos del agua, en las muestras de los reservorios se encontró que el 70% (<1 UFC/100 mL) es apto y el 30% (1 a 199 UFC/100 mL) no es apto; en las viviendas el 60% es apto y el 20% no apto, en lo que respecta a coliformes totales. En referencia a coliformes fecales el 95% fue apto y el 5% no apto en los reservorios y en las viviendas el 65% fue apto y el 35% no apto.

5.1.2. Parámetros físicos

TABLA N° 2. Parámetros físicos del agua de Tinyayoc

Parámetros	LMP	Reservorios de agua	Viviendas
PH	6,5 a 8,5	7,87	7,80
Conductividad	1500µs/cm	348,0	360,6
S.T.D	1000 mg/L	170,3	181,3
Turbidez	5 UNT	1,2	1,4
Cloro	0,5 a 5 mg/L	0,05	0,26
Temperatura	25°C	18,5	19,1

Fuente: **Bases de datos.**

Interpretación: En la tabla N° 2 se muestra los resultados de los parámetros físicos del agua, en los reservorios se encontró un pH de 7,87, una conductividad 348,0 µs/cm, solidos totales disueltos 170,3 mg/L, turbidez 1,2 UNT, cloro 0,05 mg/L y temperatura 15,5 °C considerados dentro del rango permisible; del mismo modo en las viviendas se encontró un pH de 7,80, Una conductividad de 360,6 µs/cm, solidos totales disueltos 181,3 mg/L, turbidez 1,4 UNT, cloro 0,26 mg/L y temperatura 19,1 °C.

5.1.3. Parámetros químicos

TABLA N° 3. Parámetros químicos del agua de Tinyayoc.

Parámetros	LMP	Reservorios de agua	Viviendas
Sulfato (SO ₄)	250 mg/L	5,5	6,4
Hierro (Fe)	0,3 mg/L	0,043	0,045
Cobre (Cu)	3 mg/L	0,095	0,108
Cromo (Cr)	0,05 mg/L	0,018	0,017
Nitrito (NO ₂)	0,5 mg/L	0,036	0,051
Nitrato (NO ₃)	50 mg/L	1,7	1,4
Aluminio (Al)	0,2 mg/L	<0,008	<0,008

Fuente: Bases de datos.

Interpretación: En la tabla N° 3 se aprecia los resultados de los parámetros químicos (metales) del agua, en los reservorios se encontró 5,5 mg/L de Sulfato (SO₄), 0,043 mg/L de Hierro (Fe), 0,095 mg/L de Cobre (Cu), 0,018 mg/L de Cromo (Cr), 0,036 mg/L de Nitrito (NO₂), 1,7 mg/L de Nitrato (NO₃) y <0,008 mg/L de Aluminio (Al). En las muestras de agua de las viviendas se encontró 6,4 mg/L de Sulfato (SO₄), 0,045 mg/L de Hierro (Fe), 0,108 mg/L de Cobre (Cu), 0,017 mg/L de Cromo (Cr), 0,051 mg/L de Nitrito (NO₂), 1,4 mg/L de Nitrato (NO₃) y <0,008 mg/L de Aluminio.

CAPÍTULO VI:

DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. Discusión de investigación

Se aprecia los parámetros microbiológicos del agua, en las muestras de los reservorios se encontró que el 70% (<1 UFC/100 mL) es apto y el 30% (1 a 199 UFC/100 mL) no es apto; en las viviendas el 60% es apto y el 20% no apto en lo que respecta a coliformes totales. En referencia a coliformes fecales el 95% fue apto y el 5% no apto en los reservorios y en las viviendas el 65% fue apto y el 35% no apto. Estos resultados coinciden con los hallazgos de **Calderón y Orellana**¹¹, que en su estudio encontraron la presencia de coliformes totales y fecales, por lo convierte al agua de estos lugares como no apta para el consumo humano. Así también, **Cava y Ramos**¹⁶ en Lambayeque encontraron que el agua perteneciente de la ciudad de Las Juntas no es apta para consumo humano. Esto involucra y justifica la aplicación sistemática de un procedimiento de electrodiálisis reversible, con la intención de mejorar la calidad de agua, y conseguir que la población se encuentre protegida contra patologías infectocontagiosas. **Marchand**⁵⁵ examinó los microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana, donde encontró que el 70% de sus

muestras provenientes de inmuebles presentaron valores que superaban al límite más grande permisible para coliformes totales y el 52.5% superaban en coliformes termotolerantes. Con respecto a las muestras provenientes de pozo, encontró que el 92.8% de muestras superaron los parámetros con respecto a presencia de coliformes totales y termotolerantes de igual modo. En el presente trabajo se encontró que solo el 11% de las muestras provenientes de agua de red pública no eran aptas para consumo humano.

Entonces se puede afirmar que las aguas no son aptas para consumo humano por la presencia de coliformes totales y fecales fuera de lo permitido del decreto supremo N° 031-2010-SA³¹.

La contaminación de las fuentes de agua se ha convertido en un motivo de preocupación ya que está directamente relacionada con el índice de salud de las personas. En todo el mundo, la contaminación del agua causa la muerte de forma regular por enfermedades gastrointestinales como diarrea, disentería, cólera y fiebre tifoidea. Los países en desarrollo se ven particularmente más afectados debido a la disponibilidad insuficiente de agua potable y la falta de buenos sistemas de atención de la salud. Los habitantes bacterianos resistentes a los antibióticos del agua dulce pueden colonizar e incorporarse a los sistemas de distribución de agua y crear epidemias generalizadas⁵⁰.

Se muestra los resultados de los parámetros físicos del agua, en los reservorios se encontró un pH de 7,87, una conductividad 348,0 $\mu\text{s}/\text{cm}$, solidos totales disueltos 170,3 mg/L, turbidez 1,2 UNT, cloro 0,05 mg/L y temperatura 15,5 °C considerados dentro del rango permisible; del mismo modo en las viviendas se encontró un pH de 7,80, Una conductividad de 360,6 $\mu\text{s}/\text{cm}$, solidos totales disueltos 181,3 mg/L, turbidez 1,4 UNT, cloro 0,26 mg/L y temperatura 19,1 °C. Los resultados de **Castillo**¹⁹, coinciden con nuestros resultados sobre los parámetros físicos del agua, que demostró que se encuentran dentro de los valores establecidos por el DS N° 015-2015-MINAM y Límites Máximos Permisibles según la Norma Peruana. Del mismo modo,

Marín²³ encontró en cuanto a los parámetros físicos evaluados, los niveles de temperatura, turbiedad, pH, conductividad eléctrica y las concentraciones de sólidos totales disueltos y de la turbidez, son inferiores a los valores establecidos por lo tanto no es apta para consumo humano. Los parámetros físicos son relevantes dada su predominación, la temperatura es un indicador de la calidad en la conducta de otros indicadores del recurso hídrico, la conductividad eléctrica que es una expresión numérica de la función de una solución para trasladar una corriente eléctrica que sugiere la existencia de sales en el agua, desde la conductividad se puede obtener los iones disueltos, que son productos de la erosión de suelos e indican impurezas visibles del agua, se localizó que en el reservorio se observó la predominación de actividad antropogénica y la carencia de mantenimiento del reservorio.

Por último, se aprecia los resultados de los parámetros químicos (metales) del agua, en los reservorios se encontró 5,5 mg/L de Sulfato (SO₄), 0,043 mg/L de Hierro (Fe), 0,095 mg/L de Cobre (Cu), 0,018 mg/L de Cromo (Cr), 0,036 mg/L de Nitrito (NO₂), 1,7 mg/L de Nitrato (NO₃) y <0,008 mg/L de Aluminio (Al). En las muestras de agua de las viviendas se encontró 6,4 mg/L de Sulfato (SO₄), 0,045 mg/L de Hierro (Fe), 0,108 mg/L de Cobre (Cu), 0,017 mg/L de Cromo (Cr), 0,051 mg/L de Nitrito (NO₂), 1,4 mg/L de Nitrato (NO₃) y <0,008 mg/L de Aluminio. Los hallazgos de **Calderón y Orellana**¹⁰ sobre los límites químicos cumplen satisfactoriamente con los requerimientos para la calidad de Agua potable, no obstante, existieron resultados microbiológicos indicativos de contaminación en las fuentes de agua que se usan de forma fundamental para el consumo humano en la mayor parte de campus al igual que nuestros propios resultados. Por medio de la utilización de medidas de aseo y sanitización comunes estas alteraciones van a poder ser erradicadas.

Si bien los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua investigados en este estudio cumplieron con los valores de referencia, el agua está

contaminada con materia fecal con riesgo potencial de enfermedades transmitidas por el agua para los usuarios de este recurso, por lo que se recomienda tratar de inmediato para mejorar la calidad del agua.

Un componente determinante en la contaminación de aguas de consumo humano son las inadecuadas medidas para la captación, transporte, almacenamiento y repartición por los grifos.

Es fundamental que las autoridades sanitarias realicen un control periódico del agua de consumo humano para advertir a la población sobre el peligro que involucra consumir aguas contaminadas. Además, debe educarse en el cuidado, manipulación y uso higiénico del agua.

CONCLUSIONES

Luego de analizar los resultados se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Al comparar los resultados de los parámetros de control de calidad del agua del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca, con los límites máximos permitidos por el decreto supremo N° 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, se encontró que no es apta para el consumo humano al encontrarse coliformes totales y fecales ya que ello sobrelleva causar enfermedades.
2. Se pudo determinar que las aguas no son aptas para consumo humano por la presencia de coliformes totales y fecales fuera de lo permitido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
3. Según la determinación de los parámetros físicos, el pH, la conductividad, los sólidos disueltos totales, la turbidez, el cloro y la temperatura totales se encuentran dentro del rango permitido.
4. Los parámetros químicos, metales totales (sulfato, hierro, cobre, cromo, nitrito, nitrato y aluminio) se encuentra dentro del rango permitido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el tratamiento del agua mínimo mediante filtración con osmosis inversa y desinfección con hipoclorito de calcio o sodio.
2. Se recomienda las autoridades de José Sabogal el tratamiento de estas aguas ya que se encontró coliformes totales y fecales.
3. Realizar estudios de esta magnitud en los diferentes distritos de la provincia de San Marcos.
4. Realizar mantenimientos de limpieza y desinfección a los reservorios de esta comunidad cada tres meses como mínimo.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Auxilia M, Ríos L, Carrillo J, Llobregat M, Fernández C. Evaluation of the sub-products from the chlorination process at the Lucio Baldó Soulés Water Treatment Plant. Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia [online]. 2008 [citado 01 de diciembre del 2021)]; 31: 01-11. Disponible en: <http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702008000400002&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0254-0770.
2. Reyes-López MG. Uso del cloro en las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas: desinfección y formación de subproductos [online]. Durango-México: Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación Interdisciplinario para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango; 2016 [citado el 1 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/23350/1/Tesis%20Gpe%20Reyes%20.pdf>.
3. Chacmana-Asturima EA, Blas-Manyar CI. Evaluación de los Parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco - Cieneguilla, agosto- 2019. [Online]. Lima-Perú; Universidad Norbert Wiener, Facultad de Farmacia y Bioquímica, 2019 [citado el 01 de diciembre del 2021]. Disponible en: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3829/T061_10604611-71551150_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
4. Oblitas L. Servicios de agua potable y saneamiento en el Perú: beneficios potenciales y determinantes de éxito [online]. 2010 [citado el 01 de diciembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3819/1/lcw355.pdf>
5. Ubicación Geográfica de Tinyayoc, Jose SabogaL, San Marcos, Cajamarca. [Online]. 2019 [citado el 01 de diciembre del 2021].

Disponible en: <https://www.mieducativo.com/2019/11/ubicacion-geografica-de-tinyayoc-jose.html>.

6. ONU-DAES. Agua y desarrollo sostenible [Interent]. 2014 [Citado el 10 de enero del 2022]. Disponible en: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml.
7. Congreso de la República del Perú, Ley de Recursos Hídricos. Ley No. 29338 (30 marzo 2009). El Peruano. Normas Legales. 2009;XXVI(10562):393473-86.
8. Narrea O. La minería como motor de desarrollo económico para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 8, 9, 12 y 17. 2018 [citado el 10 de enero del 2021]. Disponible en: https://www.up.edu.pe/egp/Documentos/agenda_2030_la_mineria_como_motor_de_desarrollo_economico_para_el_cumplimiento_de_los_ods_8_9_12_y_17.pdf
9. Burstein-Roda T. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. Rev. perú. med. exp. salud publica [online]. 2018 Abr [citado el 01 de diciembre del 2021] ; 35 (2): 297-303. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3641>.
10. Ríos-Tobón S, Agudelo-Cadavid RM, Gutiérrez-Builes LA. Patógenos e indicadores microbiológicos de calidad del agua para consumo humano. Rev. Fac. Nac. Salud Pública [online]. 2017 [citado el 01 de diciembre del 2021]; 35(2): 236-247. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v35n2/0120-386X-rfnsp-35-02-00236.pdf>.
11. Quispe-Huisa MF. Evaluación y planteamiento de diseño del sistema de dosificación de cloro en el tratamiento de agua potable del Centro Poblado de Cayacaya - Putina. [Online]. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2018 [citado el 01 de diciembre del 2021]. Disponible en:

file:///C:/Users/leydililiana/Downloads/Quispe_Huisa_Midward_Faustino.pdf.

12. Hernández-Cogollo ME, Marrugo-Negrete JL. Trihalometanos y arsénico en el agua de consumo en los municipios de Chinú y Corozal de Colombia: evaluación del riesgo a la salud. Rev. Ingeniería y Desarrollo [Online]. 2016 (citado el 03 de septiembre del 2021); 31 (1): 88 - 115. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inde/v34n1/v34n1a05.pdf>.
13. Campoverde-Barros JA. Análisis del efecto toxicológico que provoca el consumo humano de agua no potable, mediante la determinación de cloro libre residual en aguas tratadas de las parroquias rurales del cantón Cuenca [Online]. Ecuador: Universidad Estatal De Cuenca; 2015 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/21794/1/TESIS.pdf>.
14. Calderón-López CC, Orellana-Yáñez VE. Control de calidad del agua potable que se distribuye en los campus: Central, Hospitalidad, Balzay, Paraíso, Yanuncay y las Granjas de Iquis y Romeral pertenecientes a la Universidad de Cuenca [Online]. Ecuador: Universidad de Cuenca; 2015 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/22285/1/Tesis.pdf>.
15. Enciso-Jauregui NA. Seguimiento de la concentración de cloro residual en tanque de almacenamiento, red de distribución y tanques residenciales en el municipio de F municipio de Fortul, depar tul, departamento de Ar o de Arauca [Online]. Colombia: Universidad de la Salle; 2019 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1539&context=ing_civil.
16. Reyes M. Uso del cloro en las plantas de tratamiento de aguas residuales domesticas: desinfección y formación de subproductos

[Online]. México: Instituto Politécnico Nacional Centro de Investigación Interdisciplinario para el desarrollo integral Regional Unidad Durango; 2016 (citado el 13 de septiembre del 2021).

Disponible en:

<https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/23350/1/Tesis%20Gpe%20Reyes%20.pdf>

17. Rodríguez-Soria Y. Modelamiento de cloro residual con Watercad en las redes de distribución de agua potable de la ciudad de Rioja, provincia de Rioja para determinar la calidad microbiológica, 2017 [Online]. Tarapoto-Perú: Universidad Nacional de San Martín; 2018 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3441/ING.%20SANITARIA%20-%20Yessenia%20Rodr%C3%ADGUEZ%20SORIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
18. Landeo- Espeza AF. Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales [Online]. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica; 2018 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1698>.
19. Cava-Suarez T, Ramos-Alvarado F Caracterización físico – química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito Pacora – Lambayeque, y propuesta de tratamiento [Online]. Lambayeque-Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2016 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/850/BC-TES-5266.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
20. Pérez-Chanca RE, Ramos-Castellanos G. Dosis de cloro y cloro residual libre en el sistema de agua potable del sector de Puyhúan Grande del distrito y provincia de Huancavelica – 2018 [Online]. Huancavelica-Perú: Universidad Nacional de Huancavelica; 2018 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en:

https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/2181/TESIS_2_018_ING.AMB._PEREZ%20CHANCA%20Y%20RAMOS%20CASTELLANOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

21. García-Ávila FF. Modelo de decaimiento de cloro libre en la red de distribución de agua potable en la ciudad de Azogues, Ecuador [Online]. Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria la Molina; 2019 (Citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3845>.
22. Castillo-Díaz TR. Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el distrito de Sucre [Online]. Cajamarca-Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; 2016 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1758>.
23. Castro Cáceres E. Evaluación ambiental de la calidad de agua del sector a en el Centro Poblado Puyllucana, distrito Baños del Inca - Cajamarca [Online]. Cajamarca-Perú: Universidad Privada del Norte; 2017 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/12575>.
24. Hernández-Malca L. Sistema de aprovechamiento de agua de lluvia para el abastecimiento de agua potable en el caserío La Florida, Huasmín, Celendín, Cajamarca [Online]. Cajamarca-Perú. Universidad Privada del Norte; 2014 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/6814>.
25. Oblitas-Terrones YG, Torres-Chavez LM. Identificación de coliformes totales, coliformes fecales y Escherichia coli aisladas del agua potable del distrito de Cajamarca [Online]. Cajamarca-Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo; 2016 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/454>.
26. Marín-Villanueva ZY. Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de consumo humano del distrito de Oxamarca-Celendín

- [Online]. Cajamarca-Perú: Universidad Nacional de Cajamarca; 2019 (citado el 13 de septiembre del 2021). Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3369/Proy%20Calidad%20de%20agua%20Oxamarca-%20Yanet%20Mar%C3%ADn%2003-10-19.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
27. Aguilar-Sequeiros O, Navarro-Alfaro B. Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017 [online]. Perú: Universidad Tecnológica de los Andes; 2018 [citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utea.edu.pe/handle/utea/130>
28. Romero M. Tratamientos utilizados en la potabilización del agua [Online]. 2018 [citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://www.sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/1/13/32/894.pdf>.
29. Villena-Chavez JA. Calidad del agua y desarrollo sostenible. Rev Peru Med Exp Salud Publica [Online]. 2018 [citado el 02 de diciembre del 2021]; 35 (2). Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3719>.
30. Raffo-Lecca E. Tratado del agua y la legislación peruana. Rev. Industrial Data [Online]. 2013 [citado el 02 de diciembre del 2021]; 16 (2): 106-117. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/816/81632390013.pdf>.
31. Chulluncuy-Camacho NC. Tratamiento de agua para consumo humano. Ingeniería Industrial [Online]. 2011 [citado el 02 de diciembre del 2021]; 29: 153-170. Disponible en: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2011.n029.232>.
32. Organización Mundial de la Salud (OMS). Guías para la calidad del agua potable [Online]. 2016 [citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en:

https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lo_wsres.pdf

33. Montero-Campos V, Chinchilla-Montero R, Coy-Herrera R, Agüero-Hernández AL, Jiménez-Antillón J. Evaluación en el agua para consumo humano de subproductos de cloración y su relación como inductores de mutagénesis (mutaciones celulares). Revista Tecnología En Marcha [Online]. 2014 [citado el 02 de diciembre del 2021]; 1: 22–29. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/tm.v0i0.1652>.
34. Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano [Online]. 2010 [citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/normas-legales/244805-031-2010-sa>.
35. Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). Parámetros fisicoquímicos del agua [Online]. 2015 [citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf.
36. Ladeo-Espeza AF. Relación de los métodos por goteo y la eficiencia del cloro residual en la instalación de sistemas de cloración en zonas rurales [Online]. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica, 2018 [Citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/1698>
37. Salazar-Coello VG, Viteri-Poveda CE, Suarez-Camacho LA. Características Físicas, Químicas y Microbiológicas del agua de consumo en las comunidades de Barcelona, Sinchal, Valdivia y San Pedro de la Parroquia Manglaralto. Provincia de Santa Elena, 2013. RECIAMUC [Online]. 2019 [citado el 02 de diciembre del 2021]; 2(1), 690-713. Disponible en: <https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.1.2018.690-713>.

38. Figueroa-Mundaca SA. Propuesta de una adecuada instalación de tecnologías de cloración para sistemas de agua potable por gravedad y bombeo en el distrito de salas, provincia y departamento de Lambayeque [Online]. Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo; 2019 [citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/4512/BC-TES-TMP-3334.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
39. Valenzuela E, Godoy R, Almonacid L, Barrientos M. Microbiological quality of water in livestock area of southern Chile and its possible implications on human health. Rev. chil. infectol [Online]. 2012 Dic [citado el 02 de diciembre del 2021]; 29 (6): 628-634. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182012000700007>.
40. Díaz RE. Evaluación de la calidad de agua utilizando filtro de carbón activado y cloración por goteo en el río Quilish (Online). Perú: Universidad Privada del Norte; 2021 [Citado el 02 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/27753>.
41. Guzmán BL, Nava G, Díaz P. La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. Rev. Biomédica [Online]. 2015 [citado el 03 de diciembre del 2021]; 35 (2): 177-190. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/843/84340725018.pdf>.
42. Mejía-Flores R. Evaluación del sistema de desinfección del agua para consumo humano en la comunidad de “El Paso”, con un enfoque a la estabilidad del cloro [Online]. Bolivia: Universidad Mayor de San Simón; 2020 [citado el 05 de diciembre del 2021]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/123456789/19567>.
43. Ñahuincopa-Espeza S, Taipe-Belito KL. Cloro y cloro residual libre en los sistemas de cloración por goteo autocompensante en Jatumpata y Yananaco – Angaraes – 2019 [Online]. Perú: Universidad Nacional de Huancavelica; 2021 [citado el 05 de diciembre del 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3877>.

44. Muñoz-Mendoza R. Eficiencia del sistema de cloración por goteo para el mejoramiento de la calidad del agua de consumo humano del caserío Cauchamayo – Celendín [Online]. Cajamarca-Perú: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019 [citado el 05 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3564/tesis%20pata%20t%C3%ADtulo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
45. Guetterman TC, Feters MD, Creswell JW. Integrating Quantitative and Qualitative Results in Health Science Mixed Methods Research Through Joint Displays. *Ann Fam Med* [Internet]. 2015 Nov (citado el 05 de diciembre del 2021);13(6):554-61. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4639381/>
46. Setia MS. Methodology Series Module 3: Cross-sectional Studies. *Indian J Dermatol* [Internet]. 2016 May-Jun (citado el 05 de diciembre del 2021);61(3):261-4. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4885177/>.
47. Lafuente-Ibáñez C, Marín-Egoscozábal A. Metodologías de la investigación en las ciencias sociales: Fases, fuentes y selección de técnicas. *Revista Escuela de Administración de Negocios* [Online]. 2008 [citado el 06 de diciembre del 2021]; 64: 5-18. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20612981002.pdf>.
48. Reidl-Martínez LM. El diseño de investigación en educación: conceptos actuales. *Investigación en Educación Médica* [Online]. 2012 [citado el 06 de diciembre del 2021]; 1 (1): 35-39. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/3497/349736284008.pdf>.
49. Trujillo MI, Ponce YY. Determinación de calidad microbiológica del agua de los dispensadores de oficinas farmacéuticas en el distrito de Villa el Salvador-2018 [Online]. Perú: Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2018 [citado el 07 de diciembre del 2021]. Disponible en: <https://docplayer.es/134956113-Universidad-inca-garcilaso-de-la-vega.html>.

50. Chacmana-Asturima EA, Blas Manyari-CI. Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco - Cieneguilla, marzo – octubre, 2019 [Online]. Lima-Perú: Universidad Norbert Wiener; 2020 [citado el 07 de diciembre del 2021]. Disponible en: http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/3829/T061_10604611-71551150_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
51. Edokpayi JN, Odiyo JO, Popoola EO, Msagati TAM. Evaluación de parámetros microbiológicos y fisicoquímicos de fuentes alternativas de agua potable: un estudio de caso del río Nzhelele, Sudáfrica. Open Microbiol J [Online]. 2018 [citado el 10 de diciembre del 2021]; 12: 18-27. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5842400/>.
52. Muhammad FK, Ahmed N., Shah HU, Iqbal MS, Wahid A, Ahmad SS. Efectos de las variaciones estacionales sobre las propiedades fisicoquímicas y las concentraciones de coliformes fecales en el río Kabul. World Appl. Sci [Online]. J. 2014 [citado el 05 de diciembre del 2021]; 29: 142–149. Disponible en: <https://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/558245>.
53. Singh AK, Das S, Singh S, Pradhan N, Gajamer VR, Kumar S, Lepcha YD, Tiwari HK. Physicochemical Parameters and Alarming Coliform Count of the Potable Water of Eastern Himalayan State Sikkim: An Indication of Severe Fecal Contamination and Immediate Health Risk. Front Public Health [online]. 2019 Jul [citado el 10 de diciembre del 2021]; 7: 174. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6636254/>.
54. Blanco-Coaquira M. Estudio de la calidad de agua potable para consumo humano en el distrito de Cabanillas, provincia San Roman, departamento de Puno [Online]. Puno-Perú: Universidad Nacional del Altiplano; 2018 [citado el 10 de diciembre del 2021]. Disponible en:

http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/10619/Blanco_Coaquira_Maritza.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

55. Marchand-Pajares EO. Microorganismos indicadores de la calidad del agua de consumo humano en Lima Metropolitana [Tesis]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2002.

ANEXOS

ANEXO N° 1: Matriz de consistencia

P. GENERAL	O. GENERAL	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN			
		VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	TIPO	MÉTODO	POBLACIÓN	TÉCNICA
¿Cumplirá el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca con los parámetros de control de calidad del agua para el consumo humano?	Determinar si el agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, Distrito José Sabogal – Cajamarca cumple con los parámetros de control de calidad del agua para el consumo humano		Microbiológicos	0 UFC/100 mL	Analítico	Deductivo	160 grifos de agua	Reconocimiento de campo del área de estudio.
			1. Coliformes totales					Descripción de los procesos.
			2. Coliformes fecales					Identificación de la distribución del agua.
P- ESPECÍFICOS	O. ESPECÍFICOS	Parámetros de control de calidad de agua.	Físicos		NIVEL	DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTO
¿Cuáles serán los parámetros microbiológicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca?	Determinar los parámetros microbiológicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal - Cajamarca.		1. pH	1. De 6,5 – 8,5	Descriptivo	No experimental	50 grifos de agua	-Fichas registro de recolección de datos sobre las muestras tomadas. -fichas de laboratorio.
			2. Cloro residual	2. 0,5 a 5 mg/L				
			3. Turbiedad	3. 5 UNT				
			4. Temperatura	4. 25 °C				
			5. Conductividad	5. 1500µs/cm				
			6. S.T.D	6. 1000 mg/L				

<p>¿Cuáles serán los parámetros físicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca?</p> <p>¿Cuáles serán los parámetros químicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca?</p>	<p>Determinar los parámetros físicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca.</p> <p>Determinar los parámetros químicos del agua potable del Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca.</p>		<p>Químicos</p> <p>Sulfato</p> <p>Hierro</p> <p>Cobre</p> <p>Cromo</p> <p>Nitrito</p> <p>Nitrato</p> <p>Aluminio</p>	<p>250 mg/L</p> <p>0,3 mg/L</p> <p>3 mg/L</p> <p>0,05 mg/L</p> <p>0,5 mg/L</p> <p>50 mg/L</p> <p>0,2 mg/L</p>				
--	--	--	---	---	--	--	--	--

ANEXO 2
SOLICITUDES DE AUTORIZACIÓN

SOLICITO: Permiso para realizar Trabajo de Investigación

SEÑOR: José Rojas Jiménez, presidente de la JASS de agua potable.

Yo, Leydi Liliana Machuca Marin, identificada con DNI N° 72148377 con domicilio Jr. Diego Ferrer - San Martin – Cajamarca. Ante usted respetuosamente me presento y expongo.

Que habiendo culminado la Carrera profesional de Farmacia y Bioquímica en la Universidad Alas Peruanas, solicito a Ud. Permiso para realizar trabajo de Investigación en la JASS de agua potable del centro poblado Tinyayoc sobre "ANÁLISIS DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGUA POTABLE EN EL CENTRO POBLADO TINYAYOC, JOSÉ SABOGAL, CAJAMARCA 2021." Para optar el grado de Químico Farmacéutico.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud

Cajamarca 2021





José Wenceslao Rojas Jiménez
PRESIDENTE

Solicitud de autorización de ingreso a domicilio

Yo Elguer Mariu Jimenez.....Con DNI 72736803 propietario de la vivienda ubicada en el Centro Poblado Tinyayoc, distrito José Sabogal – Cajamarca.

AUTORIZO

A Leydi Liliana Machuca Marin, con DNI 72148377; Bachiller en Farmacia y Bioquímica, a realizar su toma de muestra de agua potable de mi domicilio, para el análisis correspondiente que tenga que realizar.



.....

Firma y DNI

Tinyayoc 10 / 10 / 21.....

ANEXO N° 3

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Toma de muestra			Recepción en Laboratorio				Ubicación		ANÁLISIS FÍSICO										ANÁLISIS QUÍMICO				ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO							
Hora	Muestreador	Fecha	Hora	Recepcionado por	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Receptor	Fecha Muestra	PH	COND.	S.T.D.	TURB.	OLORO	T	SULFATO (SO4)	HIERRO (Fe)	COPRE (Cu)	CROMO (Cr)	NITRITO (NO2)	NITRATO (NO3)	ALUMINIO	COLIFORMES TOTALES	COLIFORMES FECIALES					
6:13:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.83	Acceptable	347.4	163.8	2.4	Acceptable	0.04	No acceptable	18.5	7.3	0.027	0.047	0.008	0.016	1.2	0.004	>200	No Apto	2	No apto
6:16:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.36	Acceptable	337.0	165.2	1	Acceptable	0.15	No acceptable	19.2	3.4	0.026	0.080	0.029	0.027	1.4	0.008	179	No Apto	5	No apto
6:19:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.36	Acceptable	339.6	168.1	1.2	Acceptable	0.02	No acceptable	19	8.6	0.022	0.039	0.026	0.034	1.1	0.008	73	No Apto	8	No apto
6:22:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.82	Acceptable	348.1	170.6	0.8	Acceptable	0	No acceptable	17.5	5.9	0.028	0.033	0.011	0.117	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
6:25:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.38	Acceptable	332.5	163	0.6	Acceptable	0.03	No acceptable	19.3	4.2	0.036	0.081	0.013	0.021	3.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
6:27:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.87	Acceptable	331.1	167.1	1.1	Acceptable	0.04	No acceptable	19.3	7.5	0.036	0.165	0.028	0.013	2	0.008	<1	Apto	<1	Apto
6:30:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.73	Acceptable	349.2	167.3	0.3	Acceptable	0.05	No acceptable	19.4	4.5	0.008	0.185	0.009	0.021	2.1	0.008	>200	No Apto	<1	Apto
6:32:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.66	Acceptable	360.5	176.8	1.6	Acceptable	0.08	No acceptable	17.1	4.1	0.088	0.063	0.001	0.01	1.2	0.008	<1	Apto	<1	Apto
6:34:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	8.00	Acceptable	366.3	180.3	1.6	Acceptable	0.03	No acceptable	17.3	6.4	0.045	0.047	0.023	0.016	1.4	0.008	<1	Apto	<1	Apto
6:37:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc	7.85	Acceptable	365.3	174.5	1.2	Acceptable	0.06	No acceptable	17.8	3.4	0.056	0.080	0.026	0.027	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:09:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 01	Tinyayoc	7.31	Acceptable	345.2	169.2	0.8	Acceptable	0	No acceptable	17.7	7.3	0.054	0.039	0.011	0.034	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:14:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 02	Tinyayoc	7.31	Acceptable	344.8	169	1.7	Acceptable	0	No acceptable	17.8	5.7	0.043	0.033	0.013	0.117	2.6	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:19:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 03	Tinyayoc	7.85	Acceptable	335.6	164.2	0.5	Acceptable	0.04	No acceptable	19.3	7.6	0.067	0.081	0.028	0.021	1.6	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:22:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 04	Tinyayoc	7.85	Acceptable	345.5	163.4	1.4	Acceptable	0.02	No acceptable	19.3	5.8	0.065	0.165	0.009	0.013	1.4	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:25:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 05	Tinyayoc	7.31	Acceptable	345.7	168.3	0.3	Acceptable	0.03	No acceptable	19.4	6.5	0.043	0.185	0.013	0.021	1.8	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:32:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 06	Tinyayoc	7.76	Acceptable	360.5	177.2	0.7	Acceptable	0.13	No acceptable	16.3	5.4	0.057	0.080	0.028	0.01	1.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:37:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 07	Tinyayoc	7.62	Acceptable	408.9	202.0	0.4	Acceptable	0.05	No acceptable	17.2	6.3	0.053	0.039	0.009	0.034	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:41:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 08	Tinyayoc	8.04	Acceptable	366.8	181.1	0.6	Acceptable	0.04	No acceptable	17.3	7.2	0.032	0.033	0.001	0.117	1.2	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:46:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 09	Tinyayoc	7.39	Acceptable	358.8	180.9	1.4	Acceptable	0.07	No acceptable	17.4	6.7	0.024	0.031	0.029	0.021	1.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
7:50:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 10	Tinyayoc	7.11	Acceptable	356.00	175.40	0.68	Acceptable	0.14	No acceptable	20.0	6.8	0.025	0.185	0.026	0.013	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:05:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 11	Tinyayoc	7.53	Acceptable	373.30	184.50	1.68	Acceptable	0.07	No acceptable	21.3	7.1	0.028	0.185	0.011	0.117	1.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:10:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 12	Tinyayoc	7.81	Acceptable	352.50	182.00	0.46	Acceptable	0.15	No acceptable	20.7	7.2	0.034	0.063	0.013	0.021	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:16:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 13	Tinyayoc	7.00	Acceptable	365.30	178.30	0.31	Acceptable	0.11	No acceptable	21.6	6.7	0.045	0.047	0.023	0.013	1.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:20:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 14	Tinyayoc	8.05	Acceptable	375.7	184.1	1.36	Acceptable	2.2	Acceptable	18.4	6.3	0.022	0.080	0.009	0.013	1.2	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:26:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 15	Tinyayoc	7.43	Acceptable	371.5	181.6	0.75	Acceptable	0.03	No acceptable	19.5	5.3	0.034	0.039	0.023	0.021	1.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:32:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 16	Tinyayoc	6.83	Acceptable	377.7	183.3	3.05	Acceptable	0.15	No acceptable	20.1	4.3	0.035	0.033	0.026	0.01	1.2	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:38:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 17	Tinyayoc	7.28	Acceptable	384.8	188.6	0.47	Acceptable	0.12	No acceptable	18.7	4.6	0.028	0.081	0.011	0.034	1.6	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:42:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 18	Tinyayoc	8.28	Acceptable	381.6	186.3	1.2	Acceptable	0.16	No acceptable	19	4.2	0.036	0.185	0.013	0.117	1.5	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:49:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 19	Tinyayoc	7.46	Acceptable	337.5	186.2	0.7	Acceptable	0.23	No acceptable	18	5.4	0.045	0.063	0.028	0.021	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
8:54:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 20	Tinyayoc	7.23	Acceptable	339.5	186.1	1.02	Acceptable	0.16	No acceptable	20.9	6.3	0.046	0.047	0.009	0.013	1.7	0.008	5	No Apto	<1	Apto
9:22:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 21	Tinyayoc	8.12	Acceptable	373.00	187.10	1.90	Acceptable	1.06	Acceptable	18.4	4.4	0.034	0.080	0.01	0.117	1.1	0.008	>200	No Apto	<1	Apto
9:29:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 22	Tinyayoc	8.06	Acceptable	363.30	177.90	1.00	Acceptable	0.11	No acceptable	18.8	6.5	0.023	0.099	0.023	0.013	1.4	0.008	<1	Apto	<1	Apto
9:42:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 23	Tinyayoc	8.45	Acceptable	348.00	185.40	0.50	Acceptable	0.11	No acceptable	17.5	7.5	0.034	0.093	0.026	0.021	1.3	0.008	15	No Apto	<1	Apto
9:52:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 24	Tinyayoc	7.39	Acceptable	370.70	180.30	2.38	Acceptable	0.83	Acceptable	17.8	8.7	0.056	0.081	0.011	0.01	1.1	0.008	<1	Apto	<1	Apto
10:05:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 25	Tinyayoc	8.12	Acceptable	385.30	183.10	7.53	No acceptable	1.90	Acceptable	21.0	7.3	0.045	0.185	0.013	0.034	1.3	0.008	<1	Apto	<1	Apto
10:12:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 26	Tinyayoc	7.83	Acceptable	330.10	161.10	1.36	Acceptable	0.06	No acceptable	19.0	6.5	0.067	0.185	0.028	0.117	1.8	0.008	<1	Apto	<1	Apto
10:21:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 27	Tinyayoc	8.47	Acceptable	373.30	183.10	3.36	Acceptable	1.50	Acceptable	18.6	6.2	0.056	0.080	0.009	0.021	1.4	0.008	<1	Apto	<1	Apto
10:30:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 28	Tinyayoc	7.31	Acceptable	320.30	165.30	0.80	Acceptable	0.12	No acceptable	21.2	5.4	0.045	0.099	0.013	0.013	2	0.008	<1	Apto	<1	Apto
10:38:00	Leydi Machuca	#####	3:00:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Vivienda 29	Tinyayoc	7.74	Acceptable	352.70	172.80	0.57	Acceptable	0.12	No acceptable	20.7	5.9	0.076	0.093	0.028	0.117	1.4	0.008	32.0	No Apto	<1	Apto

N°	Muestra	Cod. Lab.	Informe N° de muestras	SOLICITANTE	Toma de muestra			Recepción en Laboratorio			Ubicación				Punto de muestreo	Procedencia de la Muestra
					Fecha	Hora	Muestreador por	Fecha	Hora	Recepcionado por	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento		
3	1	R	1	Leydi Machuca	#####	6:13:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc
4	1	R	2	Leydi Machuca	#####	6:16:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc
5	1	R	3	Leydi Machuca	#####	6:19:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc
6	1	R	4	Leydi Machuca	#####	6:22:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc
7	1	R	5	Leydi Machuca	#####	6:25:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc
8	1	R	6	Leydi Machuca	#####	6:27:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc	José Sabog	San Marco	Cajamarca	Reservorio	Tinyayoc
9	1	R	7	Leydi Machuca	#####	6:30:00	Leydi Machuca	#####	9:30:00	Jorge Rafael Salazar Cabañ	Tinyayoc					

ANEXO 4
GALERÍA FOTOGRÁFICA



Recolección de la muestra de agua de las viviendas.



Determinación de los parámetros físicos.



Determinación de los parámetros químicos.



Determinación de los parámetros microbiológicos