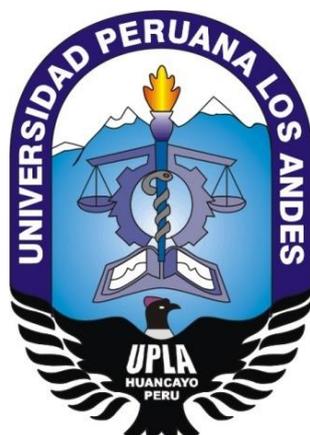


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

Facultad de Ciencias de la Salud

Escuela Profesional de Farmacia y Bioquímica



INFORME FINAL DE TESIS

- Título** : **FACTORES ASOCIADOS A LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE DE MARCAPOMACocha, YAULI - LA OROYA, 2019**
- Para Optar el** : **Título profesional de Químico Farmacéutico**
- Autoras** : **Bachiller Aracely Liliana Blancas Santiago
Bachiller Liz Eusebia Javier Pariona**
- Asesor** : **Q.F. Julio Oscanoa Lagunas**
- Línea de investigación Institucional** : **Salud y Gestión de la Salud**
- Fecha de inicio y término** : **Del 16.05.19 hasta el 15.05.20**

Huancayo – Perú 2020

DEDICATORIA

A mi Dios, por ser la firmeza en los momentos más decisivos en cada momento de mi vida.

A mis padres Raúl y Cerila que siempre me apoyaron incondicionalmente.

A mis hermanas Gimena, Thalía y mi novio Saul, por ser un soporte moral y económico en estos años de estudio universitario. A ustedes por siempre.

Aracely Liliana Blancas Santiago

A mi familia, quienes hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme y darme la mano incondicionalmente. A ustedes por siempre.

A mi esposo Juan, por su apoyo incondicional y porque siempre creyó en mí.

A mi pequeña Yamile, fuente de inspiración y motivación para seguir adelante y quien al final ha soportado cada situación difícil que pasamos debido a este esfuerzo. Dios te bendiga por eso hijita mía.

Liz Eusebia Javier Pariona

AGRADECIMIENTO

A Dios, por habernos dado las fuerzas necesarias para emprender y concluir esta carrera universitaria.

A nuestro asesor Q.F. Julio Miguel Oscanoa Lagunas, por su dedicación y orientaciones durante el desarrollo de esta investigación. Así mismo, al Mblgo. Jaime Martín Wester Campos, por brindarnos y enseñarnos los conocimientos necesarios para lograr desempeñarnos en el laboratorio de Microbiología.

A la Universidad Peruana Los Andes, por formarnos como profesionales y personas de bien, así como también facilitarnos el acceso a los laboratorios, uso de material, instrumentos y equipos necesarios para llevar a cabo esta investigación.

A la Municipalidad distrital de Marcapomacocha, provincia de Yauli – La Oroya (departamento de Junín), en la persona de su alcalde Sr. Harry Moya Astudillo y sus colaboradores, por abrirnos sus puertas y otorgarnos las facilidades para el recojo de las muestras.

INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido fundamental para satisfacer las necesidades vitales de los seres vivos, además de constituir el principal recurso que permite el desarrollo de una ciudad. El distrito de Marcapomacocha (Yauli – La Oroya, Junín) cuenta con un reservorio de agua de 35 años de antigüedad, el cual fue construido sin tener en cuenta consideraciones técnicas básicas, a nivel de estructura, diseño y mantenimiento; resultando inapropiado para el acopio, almacenamiento y distribución del agua, pues se evidencian actualmente condiciones que permiten la presencia de material contaminante.

En consideración a ello, en el primer Capítulo de este informe final se abordan las características relacionadas con el consumo de agua potable contaminada, las mismas que guardan estrecha relación con factores de tipo biológico, ya que muchas enfermedades contraídas son de tipo infeccioso (por virus, bacterias y parásitos); también se consideran los aspectos formales de la investigación, tales como la delimitación, mencionando que se analizó agua del reservorio del distrito de Marcapomacocha entre abril y junio del año 2019, además de los tópicos correspondientes a la justificación del estudio, desde la perspectiva social, teórica y metodológica. Resaltando que el objetivo general fue determinar los factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya.

Por su parte, en el segundo Capítulo se ha incluido un breve y concreto listado de aquellos estudios (a nivel nacional e internacional) relacionados con esta problemática; todo ello complementado con bases teóricas sobre las dos variables identificadas: agua para consumo humano, evaluación de su calidad y factores asociados a la contaminación; todo lo cual finaliza con la definición de terminología técnica. Así mismo, en el Capítulo III, por un lado, se encuentra la hipótesis formulada y por otro se define de forma conceptual y operacional cada una de las variables de este estudio.

En el Capítulo IV, sobre Metodología, se hace una clara mención de que se trata de una investigación básica, prospectiva, transversal y de nivel correlacional; cuya población la conformó toda el agua almacenada en el reservorio del distrito de Marcapomacocha entre abril a junio del año 2019, analizándose 36 muestras escogidas mediante muestreo no probabilístico intencional; a razón de tres por semana durante doce semanas, cada una de ellas conformada por 3 sub-muestras (2:00 pm, 8:00 pm y 6:00 am). Se diseñó y empleó una Lista de cotejo, validada por juicio de expertos, para identificar aquellos factores asociados a la calidad del agua, cuya información fue registrada y ordenada en una Ficha de recolección de datos.

En el Laboratorio de Microbiología (Universidad Peruana Los Andes) se hizo uso de técnicas microbiológicas para aislar identificar y cuantificar indicadores de contaminación (bacterias heterotróficas, coliformes totales y fecales). Los análisis de tipo físico y químico (turbidez, color, pH, conductividad eléctrica, sólidos disueltos, suspendidos y totales, dureza total y cálcica, alcalinidad, cloruros, sulfatos y oxígeno disuelto) fueron realizados en el Laboratorio de Investigación de aguas de la Universidad Nacional del Centro del Perú, cuyos resultados fueron organizados y procesados mediante estadísticos descriptivos. La relación entre los factores asociados se verificó mediante el estadístico Chi cuadrado de Pearson ($\alpha = 0,05$).

En el Capítulo V se presentan los resultados obtenidos en esta investigación, encontrándose que en todos los casos la calidad microbiológica del agua fue inaceptable, mientras que la fisicoquímica fue aceptable; también se puede verificar que los mayores recuentos microbianos se hallaron en las muestras procedentes de la zona de captación de

puquio. Así mismo, pudo demostrarse que hubo seis factores (muro, piso, tuberías y válvulas, pintura limpieza y desinfección) relacionados sólo con la calidad microbiológica del agua potable ($p < 0,05$).

Finalmente, teniendo en cuenta los hallazgos de esta investigación se recomienda a las autoridades distritales velar por constante y adecuada limpieza, desinfección y mantenimiento de sus reservorios de agua potable, aplicando de forma rigurosa las necesarias para restringir el acceso a personas extrañas y se evite el arrojado de basura. También, es recomendable que se desarrollen estudios de tipo longitudinal y nivel experimental orientados a la evaluación del efecto de adecuados procedimientos de limpieza y desinfección sobre la calidad microbiológica y fisicoquímica de reservorios de agua potable que operen bajo condiciones semejantes.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
INTRODUCCIÓN	v
CONTENIDO	vii
CONTENIDO DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	
1.1 Descripción de la realidad problemática	1
1.2 Delimitación del problema	2
1.3 Formulación del problema	2
1.3.1 Problema general	2
1.3.2 Problemas específicos	3
1.4 Justificación	3
1.4.1 Social	3
1.4.2 Teórica	3
1.4.3 Metodológica	4
1.5 Objetivos	4
1.5.1 Objetivo general	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes de estudio	5

2.1.1 Nacionales	5
2.1.2 Internacionales	6
2.2 Bases teóricas	7
2.2.1 Agua para consumo humano	7
2.2.2 Contaminación del agua	10
2.2.3 Calidad del agua para consumo humano	14
2.2.4 Factores asociados a la contaminación del agua potable	18
2.3 Marco conceptual	21
CAPÍTULO III: HIPÓTESIS	
3.1 Hipótesis	23
3.1.1 Hipótesis general	23
3.2 Variable	23
3.2.1 Variable 1: Factores asociados	24
3.2.2 Variable 2: Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable	24
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	
4.1 Método de investigación	25
4.2 Tipo de investigación	25
4.3 Nivel de investigación	25
4.4 Diseño de la investigación	26
4.5 Población y muestra	26
4.5.1 Criterios de inclusión	26
4.5.2 Criterios de exclusión	26
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
4.6.1 Técnicas	27
4.6.2 Instrumentos	27
4.6.3 Procedimientos de la investigación	27
4.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	29
4.8 Aspectos éticos de la investigación	29
CAPÍTULO V: RESULTADOS	
5.1 Descripción de resultados	30
5.1.1 Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable	30

5.2 Contraste de hipótesis	35
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
CONCLUSIONES	48
RECOMENDACIONES	49
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	
1. Matriz de Consistencia	59
2. Matriz de operacionalización de las variables	60
3. Lista de cotejo	61
4. Validación por juicio de expertos	62
5. Ficha de recolección de datos	63
6. Aceptación para realizar investigación	66
7. Declaración de confidencialidad	69
7. Resultados del análisis fisicoquímico	71
8. Fotografías de los procedimientos de preparación de medios de cultivo para análisis microbiológicos	73
9. Fotografías que muestran los procedimientos de muestreo	74
10. Fotografías que muestran los resultados del análisis microbiológico	75

CONTENIDO DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos	16
Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica	17
Tabla 3. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos	18
Tabla 4. Calidad microbiológica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Captación de puquio	31
Tabla 5. Calidad microbiológica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Ingreso a reservorio	32
Tabla 6. Calidad fisicoquímica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Captación de puquio	33
Tabla 7. Calidad fisicoquímica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Ingreso a reservorio	34

RESUMEN

Los reservorios de agua del distrito de Marcapomacocha carecen de estructura adecuada, así como de tratamiento de potabilización, lo cual no garantiza la calidad del agua para el consumo humano, dada la evidencia de moho y otros elementos residuales indeseables, lo cual repercute negativamente sobre la salud de la población consumidora. Frente a ello, esta investigación tuvo como objetivo determinar los factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya. El presente estudio fue de tipo básico, prospectivo, transversal y de nivel correlacional, para lo cual se analizaron 36 muestras escogidas mediante muestreo no probabilístico intencionado entre abril a junio del año 2019. Se emplearon técnicas microbiológicas para aislar identificar y cuantificar bacterias indicadoras de contaminación del agua (bacterias heterotróficas, *Escherichia coli*, coliformes totales y fecales) en la Universidad Peruana Los Andes, así como procedimientos de análisis fisicoquímico (temperatura, color, pH, dureza, conductividad, sólidos suspendidos, etc.) en la Universidad Nacional del Centro del Perú. Finalizado el estudio se encontró que el agua del distrito de Marcapomacocha presenta calidad microbiológica inaceptable y calidad fisicoquímica aceptable. Se lograron identificar seis factores (muro, piso, tuberías y válvulas, pintura limpieza y desinfección) relacionados con la calidad microbiológica del agua potable ($p < 0,05$).

Palabras clave: Agua potable, calidad, bacterias heterotróficas, *Escherichia coli*, coliformes, microbiológico, fisicoquímico.

ABSTRACT

The water reservoirs of the Marcapomacocha district lack of adequate structure, as well as treatment of purification, which does not guarantee the quality of water for human consumption, given the evidence of mold and other undesirable residual elements, which negatively affects the health of the consumer population. Against this, this research aimed to determine the factors associated with the microbiological and physicochemical quality of drinking water in the district of Marcapomacocha, Yauli - La Oroya. The present study was of a basic, prospective, cross-sectional and correlational level, for which 36 samples were analyzed by means of intentional non-probabilistic sampling between April and June of 2019. Microbiological techniques were used to isolate identify and quantify contamination-indicating bacteria of water (heterotrophic bacteria, *Escherichia coli*, total and fecal coliforms) at the Universidad Peruana Los Andes, as well as physicochemical analysis procedures (temperature, color, pH, hardness, conductivity, suspended solids, etc.) at the Universidad Nacional del Centro del Perú. After the study, it was found that the water of the Marcapomacocha district has unacceptable microbiological quality and acceptable physicochemical quality. Six factors (wall, floor, pipes and valves, paint cleaning and disinfection) related to the microbiological quality of drinking water ($p < 0.05$) were identified.

Keywords: Drinking water, quality, heterotrophic, *Escherichia coli*, coliform, microbiological, physicochemical, bacterium.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La accesibilidad al agua potable es un aspecto importante en lo referente a salud y desarrollo a nivel local, regional y nacional.¹ El distrito de Marcapomacocha cuenta con un reservorio de agua construido hace más de 35 años sin mayor criterio técnico y de forma empírica, cuya estructura es inapropiada para el acopio de agua; observándose que las conexiones para el ingreso, abastecimiento y distribución se encuentran en estado de precariedad y abandono. Además, dicha instalación deja al descubierto el ingreso del agua al depósito, permitiendo la entrada de material contaminante.

En el reservorio de agua ya mencionado se percibe que desde la obtención, reserva y distribución carece de tratamiento aséptico o de potabilización y no garantiza una buena calidad para consumo humano; reflejado con la evidencia de moho y otros elementos residuales (tierra, paja, piedras y otros), lo cual repercute en la salud de la población.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reporta que entre las afecciones por consumo de agua contaminada están las enfermedades diarreicas que son la segunda causa de muerte en los niños menores de 5 años y ocasiona 1,8 millones de defunciones al año.²

Alrededor de 842.000 habitantes fallecen anualmente debido a enfermedades gastrointestinales, como resultado de la contaminación hídrica y su tratamiento defectuoso, causadas por lavado incorrecto de frutas y hortalizas, consumo directo de los grifos y malos hábitos de higiene.³ El monitoreo de la calidad del agua potable es la única manera de garantizar que ésta sea suministrada a los consumidores según los estándares establecidos en diferentes países.⁴

1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El reservorio de Marcapomacocha abastece de agua a 100 familias del distrito. Por su belleza paisajística también tiene afluencia de turistas por temporadas; además, la ubicación de pequeños centros mineros hace que exista una población conformada por obreros dedicados a esta actividad; aunque el 100% de su población se dedica exclusivamente a la ganadería (ovina, camélida y vacuna).

La presente investigación se desarrolló en el distrito de Marcapomacocha, ubicado en la provincia de Yauli – La Oroya (Junín), a 4415 m.s.n.m., correspondiente a la sierra en el centro del país; analizando factores asociados, tanto a la calidad microbiológica, como física y química del agua procedente del reservorio mencionado.

Se obtuvieron muestras de agua del reservorio para su posterior análisis durante los meses de abril a junio del 2019, mediante ensayos de laboratorio microbiológico y fisicoquímico para luego establecer comparaciones con los parámetros de calidad establecidos y vigentes para agua de consumo humano en nuestro país.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

I.3.1. Problema general

¿Qué factores estarán asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya?

I.3.2. Problemas específicos

- ¿Cuál será la calidad microbiológica del agua potable del distrito de Marcapomacocha?
- ¿Cuál será la calidad fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha?
- ¿Qué factores estarán relacionados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha?

1.4 JUSTIFICACIÓN

1.4.1 Social

El agua que utiliza el distrito de Marcapomacocha no brinda ninguna garantía para el consumo humano, por existir el riesgo de contraer afecciones debido a su contaminación, motivo por lo cual esta investigación proporciona información actualizada y confiable que servirá para proponer a las autoridades locales un plan de acción, en coordinación con el sector salud, el mismo que considere medidas preventivas individuales y colectivas orientadas a reducir la contaminación del agua y con ello atenuar sus posibles consecuencias negativas sobre la salud de los consumidores.

1.4.2 Teórica

Con este estudio se identificaron los factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua del reservorio de Marcapomacocha, cuyos resultados proporcionan información válida y actual que servirá como un importante aporte y enriquecimiento del conocimiento en esta línea de investigación y a su vez se constituirá en una base importante para nuevos estudios de tipo longitudinal y experimental acerca de la calidad total del agua almacenada en este tipo de reservorios.

1.4.3 Metodológica

Se hizo uso de técnicas de microbiológicas y fisicoquímicas que permitieron realizar contrastes con los criterios de la calidad sanitaria para agua potable almacenada en reservorios, además de emplear una lista de cotejo que fue útil para identificar aquellos factores asociados con la calidad del agua analizada.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 Objetivo general

Determinar qué factores están asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya, 2019.

1.5.2 Objetivos específicos

- Analizar la calidad microbiológica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya, 2019.

- Analizar la calidad fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya, 2019.

- Identificar los factores relacionados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya, 2019.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO

2.1.1 Nacionales

Mendoza M.,⁵ evaluó la calidad fisicoquímica del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca (Ayacucho), encontrando que todos los parámetros estudiados estuvieron por debajo de sus los límites establecidos, fosfatos (1,51 ppm en el puquio) y arsénico (0,13 ppm en el río Caracha).

Flores L.⁶, evaluó la calidad física, química y microbiológica del agua potable en tres distritos de la provincia de Huancayo (Junín), encontrando que los resultados estuvieron dentro de sus límites permisibles según la normativa vigente (DIGESA).

Minaya R.⁷, estudió parámetros, físicos, químicos y microbiológicos de calidad del agua de la laguna de Moronacochoa (Iquitos), demostrando que los sólidos suspendidos totales no cumplían los estándares de calidad (ECA-Aguas), existiendo una gran diferencia entre las estaciones creciente-vaciante, con elevados índices de coliformes termotolerantes que sobrepasaron los ECA-aguas.

Amado M.⁸, determinó la calidad bacteriológica del agua para uso humano, agrícola y de animales del distrito Majes (Arequipa), refiriendo que los promedios de coliformes (totales y fecales), así como *Echerichia coli* superaron sus límites permisibles (LMP); mientras que el cloro residual, temperatura y pH se mantuvieron bajo los LMP.

Sotil L. y Flores H.,⁹ determinaron los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos de las aguas del río Mazán (Loreto), hallando una temperatura de 26,7°C. Así mismo, concluyeron que los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos analizados se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido por los organismos internacionales y la norma legal peruana.

Frias T. y Montilla L.¹⁰, evaluaron que los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del río Itaya (Loreto), concluyendo que existen variaciones en los puntos de muestreo frente a los estándares de calidad ambiental para aguas y los parámetros no se ajustan a los mencionados estándares de calidad para aguas de la categoría 4.

2.1.2 Internacionales

Gutiérrez V. y Medrano N.¹¹, analizaron la calidad y factores contaminantes en el agua del lago San Jacinto de Tarija (Bolivia), refiriendo que se ajustan a la “clase B”, debido a los índices de coliformes fecales y demanda bioquímica de oxígeno, existiendo cambios en los contaminantes entre las épocas de lluvia y sequía.

Arpi J. y Yunga M.¹², evaluaron la calidad del agua potable en dos sectores de la región Bayas de Cantón Azogues (Ecuador), concluyendo que hubo ausencia de coliformes totales y sus parámetros fisicoquímicos se mantuvieron dentro de los estándares aceptables según el reglamento actual (NTE INEN), por tanto, dicha población consume agua de calidad óptima.

Hernández C.¹³, evaluó la calidad del agua potable de la Comunidad de 4 Millas de Matina, Limón (Costa Rica), hallando Mn en el sedimento, actividad humana negativa, falta de planificación a nivel urbano (localización de pozos y letrinas), deficiente inversión económica para infraestructura de abastecimiento e higiene, así como excesiva contaminación por plaguicidas.

Karol J. *et al.*¹⁴, investigaron la calidad del agua para el consumo humano en el departamento de Tolima (Colombia), encontrando como resultado que 63,83% de municipios no cuentan con agua potabilizada, llegando a categorizar varios de ellos como inviables desde el punto de vista sanitario. Además, en El 27,7% de casos se encontró presencia de coliformes.

Zhen B.¹⁵, estudio la calidad física, química y bacteriológica del agua para uso humano procedente de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curuibande, Guanacaste (Costa Rica), encontrando que ciertos parámetros (color, turbidez, oxígeno disuelto, sílice, coliformes fecales y *Echerichia coli*) difieren muy significativamente ($p < 0,05$) entre las distintas épocas de muestreo.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Agua para consumo humano

A. Definición¹⁶

El agua es el elemento más abundante y significativo para la especie humana y del planeta en el cual habitamos, e influye en los procesos químicos de la naturaleza. A partir de la perspectiva de la salud humana, este líquido hace posible la eliminación de sustancias tóxicas que resultan de los procesos químicos de nuestro organismo por medio de los sistemas excretores como las lágrimas y orina etc. Sin embargo, esta cualidad, puede permitir el ingreso de varias sustancias tóxicas al organismo, que consiguen ser perjudicial para la salud humana de forma inalterable.

B. Agua potable

Líquido elemento de suministro inmediato que sirve para satisfacer las necesidades vitales (beber, alimentación, higiene y salubridad) y que cumple las exigencias de calidad establecidas por la Organización Mundial de la Salud.

C. Características generales¹⁷

La molécula del agua está constituida de dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno, es químicamente neutra pH 7, en condiciones normales de temperatura y presión se encuentra en su estado líquido, es incoloro e insípido. Es fundamental en la supervivencia de los seres vivos por tal motivo debe de ser fresca, clara y no contener materia orgánica en suspensión o en dilución, asimismo no contener microorganismos patógenos más allá de lo permitido por estándares de calidad.

Se ubica en mayor cantidad en mares (96,5%), en glaciares y polos (1,74%), acopios de subsuelos, permafrost y zonas continentales (1,72%) y el sobrante 0,04% corresponde a lagos, vapor del suelo, atmósfera, embalses, ríos y seres vivos. Por lo tanto, desde el enfoque de la física, el líquido vital recorre continuamente en una fase de evaporación, precipitación y desplazamiento al océano.

D. Fuentes¹⁸

a. Agua de la lluvia almacenada en aljibes

Son medios estructurales de acopio utilizados desde hace muchos años para acumular la precipitación pluvial. Asimismo, se extrae el agua con poleas para que posteriormente se pueda utilizar para consumir o regar las siembras.

b. Manantiales naturales

Es agua acumulada en el subsuelo que brota a la superficie de las rocas o la tierra. Por lo tanto, pueden ser efímeros o constantes según la nieve o agua que se destila del suelo. Asimismo, el agua caliente subterránea de los manantiales proviene del contacto con las rocas ígneas.

c. Aguas subterráneas

Son aguas acumuladas en acuíferos en el interior del suelo. De forma que, se tiene que escarbar pozos muy profundos para sustraerla y a la vez por la misma presión emergen al exterior.

d. Aguas superficiales

Son aguas que existen en zonas naturales como lagos, canales, embalses y ríos. Asimismo, es el agua bebible que abastece a los seres humanos. Por lo tanto, son líquidos que deben ser tratadas antes de ser consumidos, ya que arrastran una fuerte cantidad de sedimento de sus fuentes naturales.

2.2.2 Contaminación del agua¹⁹

Ocurre cuando existe presencia de contaminantes como sustancias químicas, microbios, nutrientes, metales pesados, químicos orgánicos, aceites, sedimentos, etc. o de otra índole, en cantidades que superan los fenómenos naturales y se convierten en agentes principales de alteración.

A. Contaminantes microbiológicos

a. Bacterias

Salmonella: Se encuentra en aguas sin tratamiento y muy raras veces en aguas tratadas. Su ingestión conlleva a síntomas como gastroenteritis aguda o fiebre tifoidea.

Shigella: Principal causante de la disentería bacteriana.

Escherichia coli: Afecta principalmente a neonatos y menores de 10 años, causando gastroenteritis.

Vibrio cholerae: Produce el Cólera, cuyos síntomas van desde diarrea profusa, deshidratación severa hasta la muerte.

Campylobacter: Asociado a excretas de gaviotas, capaces de contaminar los depósitos y embalses para suministro de agua, cuyo síntoma principal es la diarrea.

Klebsiella: Produce enfermedades respiratorias, e infección en el torrente sanguíneo.

Citrobacter: Esta bacteria produce afecciones a nivel del colon e intestinales.

b. Virus

Sobresalen aquellos de origen entérico, evacuados junto con la materia fecal. Destacan el virus de la hepatitis, enterovirus (poliomielitis), virus Norwalk (diarreas y vómitos), reovirus (gastroenteritis), rotavirus (diarrea en niños) y adenovirus (fiebre y faringoconjuntivitis).

c. Protozoarios

Se encuentran en el tubo digestivo del hombre y animales, siendo excretados conjuntamente con las heces y pueden llegar a contaminar el agua potable originando grandes epidemias. Hay dos tipos de protozoarios.

Cryptosporidium: Causan dolor abdominal, náusea, deshidratación severa y cefaleas.

Giardia lamblia: Originan diarreas y síndrome de malabsorción intestinal sobre todo en menores de 5 años.

d. Helmintos

Son enteroparásitos que producen trastornos digestivos y se transmiten mayormente por el agua, donde el huésped infectado produce gran cantidad de ooquistes, quistes y huevos, que, al ser excretados mediante las heces, son capaces de soportar a ciertas condiciones ambientales y la supervivencia de periodos largos en el agua, llegando a ser una de sus formas de transmisión más comunes de los helmintos.

B. Contaminantes químicos

a. Arsénico

Se ha demostrado que en niveles superiores es capaz de producir daños severos a nivel cutáneo, circulatorio y elevados riesgos de desarrollar cáncer.

b. Cadmio

Principalmente asociado con alteraciones renales, por acumularse a este nivel con una vida media de muy extendida de entre 10 a 35 años.

c. Cromo

Este elemento es de fácil absorción a nivel gastrointestinal, además puede introducirse en las membranas celulares y producir dermatitis alérgica.

d. Plomo

Produce deficiencia de la capacidad de aprendizaje y atención, con retraso en el desarrollo físico y mental, principalmente en niños menores y bebés. En los adultos se ha reportado hipertensión y trastornos renales.

e. Mercurio

La presencia del mercurio en su forma inorgánica sobre las aguas superficiales y subterráneas es inminente, que al ser ingeridas es capaz de producir daños severos en el riñón y al conformar otros compuestos afecta directamente a nivel del sistema nervioso central.

f. Selenio

En cantidades superiores al límite máximo permisible origina caída del cabello y uñas, así como adormecimiento de dedos de manos y pies.

g. Trihalometanos

Los valores superiores a 0,2 mg./L en agua potable se asocian con incidencia de cáncer y daños hepáticos.

h. Cianuro

Su elevada toxicidad se relaciona con daños al sistema nervioso o complicaciones de la tiroides.

i. Nitratos y nitritos

Su elevada concentración forma metahemoglobina, dificultando el transporte de oxígeno necesario, desencadenando enfermedades sobre todo en infantes y bebés, más conocida como «niño azul». En el Perú no hay referencias de casos por la ingesta agua con altos niveles de nitratos.

j. Fluoruros

Su presencia se asocia con trastornos óseos como dolor y fragilidad, así mismo, en los niños suele ser causa de problemas odontológicos.

k. Hierro

Relacionado con la coloración amarillenta del agua, en prendas de vestir e instalaciones sanitarias.

l. Manganeso

Junto con el hierro y de oxígeno, originan óxidos insolubles de color negruzco, dando lugar a la aparición de sedimentos indeseables y alteraciones en el color del agua.

m. Aluminio

El aluminio en agua a concentraciones elevadas causa daños a nivel del tracto digestivo, cuyos síntomas más recurrentes son ampollas, úlceras bucales, irritaciones de la piel, inflamación en la faringe, lasitud y diarrea.

2.2.3 Calidad del agua potable

A. Parámetros microbiológicos²¹

a. Coliformes totales

Son un grupo de bacilos Gran negativos de la familia Enterobacteriaceae, de metabolismo aerobio o anaerobio facultativo, oxidasa negativos, no forman esporas y son capaces de fermentar lactosa, produciendo ácido y gas a temperatura de 37°C. Abarca géneros como: Escherichia, Enterobacter, Klebsiella y Citrobacter.

b. Coliformes fecales

Subgrupo de enterobacterias con capacidad de fermentar lactosa, con la consecuente producción de ácido y de gas, pero a temperaturas de 44°C.

B. Parámetros fisicoquímicos²²

a. Color

Es un parámetro organoléptico, cuya calidad se basa en su composición y del tratamiento que se realice. Según su tonalidad, existe “color aparente” como resultado de materia suspendida y partículas disueltas; el “color verdadero” se da tras eliminar la turbidez mediante centrifugación o filtración.

b. Temperatura

Se debe a la captación de la radiación UV solar en sus capas superiores, por esta razón los niveles alcanzados influyen sobre dos procesos: biológicos (crecimiento y desarrollo de microbios) y químicos (afecta la velocidad de reacciones químicas, disminución de oxígeno, alteración del pH y su conductividad).

c. pH

Parámetro relacionado con la alcalinidad y acidez. Por esta razón, su valor óptimo oscila entre 6,5 a 8. En el rango ácido se disgregan ciertos elementos (plomo, zinc y cobre) afectan tuberías; además de su toxicidad al consumir agua contaminada con estos metales.

d. Conductividad

Debido a su origen natural presenta iones disueltos con cargas positivas (sodio, potasio, magnesio y calcio) y negativas (cloruro bicarbonato, carbonato y sulfato), los cuales le confieren la capacidad de conducir corriente eléctrica. En ambientes naturales, muchos factores pueden afectar su conductividad: terreno y dilución de materiales, rocas y sales presentes.

e. Turbidez

Está relacionada con la presencia de materia orgánica e inorgánica en suspensión, lo cual influye en su color y favorece el desarrollo microbios, ya que proporciona nutrientes y un sustrato para su reproducción.

C. Límites permisibles para agua potable²³

Tabla 1. Límites máximos permisibles de parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias coliformes totales	NMP/100mL a 35°C	< 1,8
2. <i>Escherichia coli</i>	UFC/100mL a 44,5°C	0
3. Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	NMP/100mL a 44,5°C	< 1,8
4. Bacterias heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500

UFC = Unidades formadoras de colonias

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

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (D.S N° 031-2010 SA)

Tabla 2. Límites máximos permisibles de parámetros de calidad organoléptica

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	...	Aceptable
2. Sabor	...	Aceptable
3. Color	UCV escala pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmho/cm	1.500
7. Sólidos totales disueltos	mgL ⁻¹	1000
8. Cloruros	Mg Cl ⁻ L ⁻¹	250
9. Sulfatos	Mg SO ₄ ⁼ L ⁻¹	250
10. Dureza total	Mg CaCO ₃ L ⁻¹	500

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (D.S N° 031-2010 SA)

Tabla 3. Límites máximos permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Antimonio	mg Sb L ⁻¹	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L ⁻¹	0,010
3. Bario	mg Ba L ⁻¹	0,700
4. Boro	mg B L ⁻¹	1,500
5. Cadmio	mg Cd L ⁻¹	0,003
6. Cianuro	mg CN L ⁻¹	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L ⁻¹	5
8. Clorito	mg L ⁻¹	0,7
9. Clorato	mg L ⁻¹	0,7
10. Cromo total	mg Cr L ⁻¹	0,050
11. Flúor	mg F L ⁻¹	1,000
12. Mercurio	mg Hg L ⁻¹	0,001
13. Níquel	mg Ni L ⁻¹	0,020
14. Nitratos	mg NO ₃ L ⁻¹	50,00
		3,00
15. Nitritos	mg NO ₂ L ⁻¹	Exposición corta 0,20
		Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L ⁻¹	0,010
17. Selenio	mg Se L ⁻¹	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L ⁻¹	0,07
19. Uranio	Mg U l ⁻¹	0,015

Fuente: Reglamento de la calidad del agua para el consumo humano (D.S N° 031-2010 SA)

2.2.4 Factores asociados a la contaminación del agua potable²⁴⁻²⁵

A. Fuente de abastecimiento

Las fuentes de agua potable se definen mediante análisis que incluyen la determinación de posibles abastecimientos alternos, lugar, relieve, rendimiento de tipo mínimo y máximo, cambios a lo largo del año, estudios microbiológicos, físicos y químicos, así como una caracterización del área de recarga de la misma fuente. Además, deben realizarse estudios de factibilidad relacionados con su uso, actividades de regulación que aseguren el caudal óptimo, así como de calidad, según lo establecido en la legislación pertinente.

a. Aguas atmosféricas

Son una fuente no convencional, el agua de lluvia se almacena en épocas de abundante precipitación pluvial para momentos de sequía en aquellas zonas donde no se disponga de fuentes apropiadas y la intensidad de la lluvia sea adecuada. Una parte de ella se queda en la superficie aumentando el caudal de ríos y lagos y otra parte se infiltra en las aguas subterráneas.

b. Aguas superficiales

Estas aguas son las que provienen de represas, lagos, arroyos y ríos. Por lo que su consumo requiere que sean sometidas a tratamiento, pues al caer la lluvia al suelo y discurrir sobre la superficie arrastra consigo sales minerales, materia orgánica y microorganismos.

c. Aguas subterráneas

Son aguas que se forman al infiltrarse en el suelo se almacenan en zona porosas de diferentes profundidades, son consideradas dentro de ellas los pozos, manantiales y galerías filtrantes, para el consumo humano, generalmente no necesita tratamiento.

B. Diseño y mantenimiento del reservorio²⁶

a. Diseño

El reservorio debe estar ubicado en un lugar tal que garantice la presión necesaria para abastecer al punto más alejado. Además, se debe proyectar para que asegure su calidad higiénica y sanitaria, debiendo contar con cañerías de entrada y salida, válvulas para higiene, ventilación y rebalse de fácil operatividad; así como evitar el contacto con animales, insectos y residuos que perjudiquen la salud de los consumidores del agua.

b. Mantenimiento

Verificar si existen grietas, rajaduras y filtraciones para ser reparadas inmediatamente. Cada seis meses hacer una limpieza y desinfección respectiva, semanalmente se debe hacer un control de la cubierta de ingreso de reservorio verificando que este asegurado con una cerradura y en su lugar.

Se debe realizar la limpieza de todo el perímetro del reservorio de forma mensual, verificando que no se encuentre presencia de animales alrededor y cada año las estructuras metálicas deben de pintarse para evitar su corrosión.

C. Procedimiento técnico de la limpieza y desinfección de reservorios²⁷⁻²⁸

- a. Evacuación de toda el agua mediante bombeo o válvulas de desfogue.
- b. Limpieza minuciosa de pisos, paredes y techos, retirando todo el sedimento existente.
- c. Refregar paredes y pisos con una solución desinfectante (compuesto clorado a 50 ppm).
- d. En reservorios con capacidad para más de 5 m³, este procedimiento deben realizarlo más personas, incluyendo una vigilancia fuera del mismo.

D. Tratamiento de agua almacenada²⁹

El tratamiento del agua es para salvaguardar al usuario contra agentes patógenos e impurezas que puedan resultar nocivas para la salud. Determinar la fuente es importante para el tratamiento adecuado porque reduce el riesgo mínimo de contraer enfermedades.

a. Filtración

Esta acción mecánica permite eliminar sólidos en suspensión, haciendo pasar el agua por una membrana de filtro toda partícula será retenida en los intersticios del filtro a causa de su tamaño, pero este proceso no permite la clarificación completa del agua.

b. Desinfección

Son procesos químicos que permiten la destrucción de microorganismos patógenos, excepto esporas, cuya finalidad principal es evitar la diseminación de enfermedades transmitidas por el agua.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Agua

Líquido sin color, olor ni sabor, vital para la supervivencia de cualquier forma de vida y disolvente universal, capaz de solidificar en frío y evaporarse por acción del calor.³⁰

2.3.2 Agua potable

Agua apta para consumo humano (alimentación, aseo, etc.), libre de microbios patógenos e impurezas.³¹

2.3.3 Manantial natural

Lugar subterráneo donde se almacena agua de lluvia que luego sale a la superficie a través de la tierra o entre rocas.³²

2.3.4 Cloración

Método de desinfección para la eliminar microbios patógenos presentes en agua para consumo, piscinas, o aguas servidas.³³

2.3.5 Aguas subterráneas

Cuerpos de agua almacenados en las profundidades del suelo (acuíferos).³⁴

2.3.6 Contaminación del agua

Presencia de elementos físicos, químicos o biológicos en niveles por encima de lo permitido.³⁵

2.3.7 Contaminantes químicos

Según con los criterios desarrollados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), algunos compuestos químicos pueden causar enfermedades diversas, como lesiones a órganos vitales, hígado, cerebro y piel.³⁶

2.3.8 Coliformes fecales

Grupo de enterobacterias localizadas en el aparato digestivo de seres humanos y animales.³⁷

2.3.9 Tratamiento de agua almacenada

Conjunto de operaciones unitarias aplicadas para proteger al usuario contra agentes patógenos e impurezas que puedan resultarle desagradables o ser perjudiciales para su salud.³⁸

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis general

La inadecuada estructura y deficiente mantenimiento del reservorio son factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable de Marcapomacocha de Yauli - La Oroya.

3.1.2 Hipótesis específicas

- La calidad microbiológica del agua potable del distrito de Marcapomacocha es inaceptable.

- La calidad fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha es inaceptable.

- Existen factores relacionados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha.

3.2 VARIABLES

3.2.1 Variable 1: Factores asociados

A. Definición conceptual

Conjunto de fenómenos que ejercen influencia sobre las cualidades del agua almacenada en el reservorio.³⁹

B. Definición operacional

Se tuvieron en cuenta tres tipos de dimensiones: estructura, punto de muestreo y mantenimiento del reservorio.

3.2.2 Variable 2: Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable

A. Definición conceptual

Grado de excelencia que presenta el agua potable caracterizada asegurando la ausencia de microbios patógenos y sustancias químicas indeseables, haciéndola apta para el consumo humano.⁴⁰

B. Definición operacional

Se consideraron dos tipos de dimensiones: parámetros microbiológicos y parámetros fisicoquímicos.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

Este estudio empleó el método científico analítico, el cual estuvo basado en la observación de un problema que posteriormente, a través de la contrastación de la hipótesis, fue sometido a análisis para identificar los factores relacionados con el fenómeno observado.⁴¹

4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

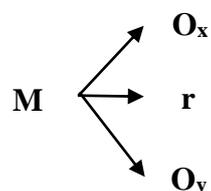
Investigación de tipo básico, pues se recopilaban datos que permitieron incrementar el conocimiento científico sobre dos variables estudiadas, de tipo prospectivo pues se recogió información a medida que transcurrió el tiempo con posterioridad al inicio de la investigación y de carácter transversal debido a que la información se recogió en un solo momento en un intervalo de tiempo determinado.⁴²

4.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Trabajo de nivel correlacional, ya que no se manipuló ninguna variable de estudio por parte de las autoras del estudio, limitándose al estudio de la relación existente entre la variable independiente (factores asociados) y la dependiente (calidad microbiológica y fisicoquímica).⁴³

4.4 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Se utilizó el diseño descriptivo correlacional,⁴⁴ según el siguiente esquema:



Donde:

- M = Muestra (agua del reservorio)
- O_x = Identificación de factores asociados
- O_y = Análisis de calidad fisicoquímica y microbiológica
- r = relación entre variables

4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

Población conformada por toda el agua almacenada en el reservorio del distrito de Marcapomacocha (Yauli - La Oroya), entre abril a junio del 2019. Se colectaron 36 muestras escogidas mediante muestreo no probabilístico intencional, considerando:

4.5.1 Criterios de inclusión

Agua almacenada en el reservorio del distrito de Marcapomacocha (Yauli - La Oroya), dentro del periodo de estudio.

4.5.2 Criterios de exclusión

Agua procedente de estanques, lagunas y otras fuentes naturales, ubicadas en otros lugares geográficos o fuera del distrito y periodo de estudio.

4.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.6.1 Técnicas

Se empleó la técnica observacional, la cual consistió en recoger información sobre el fenómeno de interés, sin intervención directa de las investigadoras. Para ello, la evaluación de la calidad microbiológica se realizó mediante recuento en placa, según la técnica de incorporación, con la finalidad de enumerar bacterias heterotróficas; así como el método de recuento en tubo -según la técnica del número más probable- para cuantificar coliformes totales y fecales. La evaluación de la calidad físicoquímica se realizó mediante diversos procedimientos de análisis físico y químico, para su posterior comparación con la normativa vigente.

4.6.2 Instrumentos de recolección de datos

La información sobre los posibles factores asociados a la calidad del agua fue registrada en una Lista de cotejo (Anexo 3), la cual previamente fue validada por juicio de expertos (Anexo 4). Los datos obtenidos, en cada tipo de ensayo de laboratorio, según las muestras analizadas fueron registrados y ordenados en una Ficha de recolección de datos (Anexo 5).

4.6.3 Procedimientos de la investigación

A. Obtención de muestras

Se colectaron 36 muestras de agua almacenada en el reservorio, a razón de tres por semana durante doce semanas, cada una de ellas conformada por 3 sub-muestras (2:00 pm, 8:00 pm y 6:00 am); para lo cual se utilizaron envases de vidrio estériles, de boca ancha y color ámbar, con capacidad para 500 mL, los que fueron etiquetados consignando datos como lugar, fecha y hora de recolección.

B. Análisis físicoquímicos

En el Laboratorio de investigación de aguas de la Facultad de Ingeniería Química, de la Universidad Nacional del Centro del Perú, se analizaron los siguientes parámetros:^{45,46}

a. Temperatura

Para ello se utilizó un termómetro de mercurio.

- b. Turbidez**
Se midió la turbidez con un turbidímetro.
- c. Color**
Se empleó el método espectrofotométrico.
- d. Potencial de hidrogeno (pH)**
Se empleó un Peachímetro.
- e. Conductividad eléctrica**
Se realizó las mediciones con un conductímetro.
- f. Sólidos (disueltos, suspendidos y totales)**
Se realizó la medición por medio de la gravimetría.
- g. Dureza (total y cálcica)**
Se utilizó el método volumétrico – complexométrico, mediante titulaciones con EDTA.
- h. Alcalinidad, cloruros, sulfatos y oxígeno disuelto**
Se empleó el método colorimétrico.
- C. Análisis microbiológicos**
Se analizaron los siguientes parámetros:^{47,48}
 - a. Recuento de bacterias heterotróficas (aerobias mesófilas viables)**
Se aplicó la técnica de incorporación y el recuento se realizó utilizando la Cámara contadora de colonias, expresando los resultados como UFC/mL.
 - b. Colimetría total y fecal**
Se aplicó la técnica del número más probable (NMP), incubando a 37°C 8coliformes totales) y 44°C (coliformes fecales) cuyos recuentos se expresaron en UFC/100 mL.

4.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los resultados fueron organizados en tablas de doble entrada, siendo procesados mediante estadísticos descriptivos (media aritmética). Se compararon los datos obtenidos con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DIGESA, MINSA, 2010). La relación entre los factores asociados se verificó mediante análisis estadístico Chi cuadrado de Pearson ($\alpha = 0,05$). Todos los datos fueron procesados con la hoja de cálculo Microsoft Excel 2013 y el software SPSS 24.0.

4.8 ASPECTOS ÉTICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se tomó como base los aspectos señalados en el Reglamento general de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes:⁴⁹

4.8.1 Art. 27°.-

a. Protección al medio ambiente y respeto a la biodiversidad

No se utilizaron reactivos químicos si sustancias sintéticas que podrían afectar el medio ambiente, o contaminar el agua almacenada en los reservorios analizados.

b. Responsabilidad

Las investigadoras son plenamente conscientes de la pertinencia de este estudio en relación a las líneas de investigación institucionales, así como de sus posibles repercusiones.

c. Veracidad

Las autoras de esta investigación garantizan la veracidad de la información consignada, tanto durante la elaboración del plan como de los datos obtenidos y resultados presentados.

4.8.2 Art. 28°.-

a. La investigación es original y coherente con la línea de investigación de la Facultad de Ciencias de la Salud.

b. Se ha trabajado con el rigor científico que asegura la validez y credibilidad de los métodos y técnicas empleados, así como de los datos obtenidos.

c. Se asume responsablemente todas las consecuencias derivadas de la investigación.

- d.** Se reportan los resultados de forma abierta y completa a la comunidad científica, haciendo de conocimiento a la Municipalidad distrital de Marcapomacocha.
- e.** Se guardará con sigilo los resultados del estudio, evitando ser utilizados con fines de lucro o propósitos distintos a la investigación.
- f.** Se ha cumplido con las normativas a nivel institucional, nacional e internacional que regulan la investigación y protección del medio ambiente.
- g.** No existen conflictos de interés ni otro aspecto que vaya en contra de lo establecido dentro de los principios éticos y científicos de la Universidad Peruana Los Andes.
- h.** La publicación garantizará la inexistencia de falsificación o plagio, respetando los derechos de propiedad intelectual.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 DESCRIPCIÓN DE RESULTADOS

5.1.1 Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable

Las Tablas 4 y 5 contienen los resultados promedio obtenidos luego de los análisis microbiológicos para dos puntos específicos de muestreo: captación e ingreso al reservorio, donde se puede notar claramente que todos los parámetros arrojaron recuentos sobre sus límites permisibles; siendo mucho más elevados en la zona de captación de puquio, sobre todo para las bacterias heterotróficas (5741 UFC/mL).

Las Tablas 6 y 7 contienen los resultados promedio obtenidos tras los análisis de tipo fisicoquímico en cuyo caso se han mantenido bajo sus respectivos límites de permisividad, aunque con algunas variaciones entre los dos puntos de muestreo. La temperatura promedio fue de 12,3°C y el color presentado fue aceptable (cristalino).

Tabla 4. Calidad microbiológica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Captación de puquio

Parámetros analizados	Resultados promedio por semana				Limite permisible	Criterio
	1°	2°	3°	Promedio general		
Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	5897	5687	5640	5741,0	500	Calidad microbiológica inaceptable
<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)	420	0	440	286,7	0	
Coliformes totales (NMP/100 mL)	1100	0	1100	733,3	< 1,8	
Coliformes fecales (MNP/100 mL)	460	0	460	306,7		

Fuente: Instrumento de recolección de datos, junio 2019

Tabla 5. Calidad microbiológica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Ingreso a reservorio

Parámetros analizados	Resultados promedio por semana				Limite permisible	Criterio
	1°	2°	3°	Promedio general		
Bacterias heterotróficas (UFC/mL)	1253	1193	1293	1246,3	500	Calidad microbiológica inaceptable
<i>Escherichia coli</i> (UFC/mL)	3,3	0	3,3	2,2	0	
Coliformes totales (NMP/100 mL)	6	0	6	4,0	< 1,8	
Coliformes fecales (MNP/100 mL)	3	0	3	2,0		

Fuente: Instrumento de recolección de datos, junio 2019

Tabla 6. Calidad fisicoquímica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Captación de puquio

Parámetros analizados	Resultados promedio por semana				Limite permisible	Criterio
	1°	2°	3°	Promedio general		
Dureza total (CaCO ₃ mg/L)	315	285	290	296,7	500	Calidad fisicoquímica aceptable
Dureza cálcica (CaCO ₃ mg/L)	70	85	60	71,7	150	
Alcalinidad (CaCO ₃ mg/L)	5	17,5	10	10,8	200	
Cloruros (Cl ⁻ mg/L)	22,52	12,51	25,03	20,02	250	
Sulfatos SO ₄ ⁻² mg/L)	186,2	181,3	186,2	184,6	250	
Conductividad (mg/L)	539	541	541	540,3	1500	
Sólidos disueltos (mg/L)	269,5	270,5	271	270,3	1000	
Sólidos suspendidos (mg/L)	41,4	8,9	50	33,4	50	
Sólidos totales (mg/L)	311,4	208,9	321	280,4	1000	
pH (unidades)	7,77	7,37	7,75	7,63	6,5-8,5	
Turbidez (NTU)	1,13	0,0	0,0	0,38	5	
Oxígeno disuelto (ppm)	4,5	5,19	4,5	4,7	7,4	

Fuente: Instrumento de recolección de datos, junio 2019

Tabla 7. Calidad fisicoquímica del agua potable del reservorio de Marcapomacocha – Ingreso a reservorio

Parámetros analizados	Resultados promedio por semana				Limite permisible	Criterio
	1°	2°	3°	Promedio general		
Dureza total (CaCO ₃ mg/L)	300	325	240	288,33	500	Calidad fisicoquímica aceptable
Dureza cálcica (CaCO ₃ mg/L)	70	105	160	111,7	150	
Alcalinidad (CaCO ₃ mg/L)	20	5	10	11,7	200	
Cloruros (Cl ⁻ mg/L)	30,03	7,51	20,02	19,2	250	
Sulfatos SO ₄ ⁻² mg/L)	147	220,5	137,2	168,2	250	
Conductividad (mg/L)	534,5	537,5	541	537,7	1500	
Sólidos disueltos (mg/L)	267	268,5	270,5	268,7	1000	
Sólidos suspendidos (mg/L)	23	56,1	63,9	47,7	50	
Sólidos totales (mg/L)	290	324,1	333,9	316	1000	
pH (unidades)	8,24	7,88	7,31	7,81	6,5-8,5	
Turbidez (NTU)	0,26	0,0	0,33	0,19	5	
Oxígeno disuelto (ppm)	6,3	4,71	4,22	2,97	7,4	

Fuente: Instrumento de recolección de datos, junio 2019

5.2 CONTRASTE DE HIPÓTESIS

A. Planteamiento de hipótesis (muro)

H_0 = No existe relación entre el tipo de muro y la calidad microbiológica.

H_1 = Existe relación entre el tipo de muro y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar H_0 si la significancia (p valor) es $> 0,05$

Rechazar H_0 si la significancia (p valor) es $< 0,05$

C. Prueba estadística: χ^2 de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	36,000 ^a	1	0,000		
Corrección de continuidad ^b	31,641	1	0,000		
Razón de verosimilitud	45,829	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	35,000	1	0,000		
N de casos válidos	36				

a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

D. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis H_0 siendo el p-valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existe relación entre el tipo de muro y la calidad microbiológica.

A. Planteamiento de hipótesis (piso)

H₀ = No existe relación entre el tipo de piso y la calidad microbiológica.

H₁ = Existe relación entre el tipo de piso y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar **H₀** si la significancia (p valor) es > 0,05

Rechazar **H₀** si la significancia (p valor) es < 0,05

C. Prueba estadística: Chi² de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	36,000 ^a	1	0,000		
Corrección de continuidad ^b	31,641	1	0,000		
Razón de verosimilitud	45,829	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	35,000	1	0,000		
N de casos válidos	36				

a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

D. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis H₀ siendo el p-valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existe relación entre el tipo de piso y la calidad microbiológica.

A. Planteamiento de hipótesis (techo)

H₀ = No existe relación entre el tipo de techo y la calidad microbiológica.

H₁ = Existe relación entre el tipo de techo y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar **H₀** si la significancia (p valor) es > 0,05

Rechazar **H₀** si la significancia (p valor) es < 0,05

C. Prueba estadística: Chi² de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	2,981 ^a	2	0,225
Razón de verosimilitud	3,063	2	0,216
Asociación lineal por lineal	0,219	1	0,640
N de casos válidos	36		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,33.

D. Decisión estadística

Se acepta la Hipótesis H₀ siendo el p-valor (0,225) mayor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, no existe relación entre el tipo de techo y la calidad microbiológica.

A. Planteamiento de hipótesis (tuberías y válvulas)

H₀ = No existe relación entre el tipo de tuberías y válvulas y la calidad microbiológica.

H₁ = Existe relación entre el tipo de tuberías y válvulas y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar **H₀** si la significancia (p valor) es > 0,05

Rechazar **H₀** si la significancia (p valor) es < 0,05

C. Prueba estadística: Chi² de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)	Significación exacta (bilateral)	Significación exacta (unilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	36,000 ^a	1	0,000		
Corrección de continuidad ^b	31,641	1	0,000		
Razón de verosimilitud	45,829	1	0,000		
Prueba exacta de Fisher				0,000	0,000
Asociación lineal por lineal	35,000	1	0,000		
N de casos válidos	36				

a. 1 casillas (25,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,00.

b. Sólo se ha calculado para una tabla 2x2

D. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis **H₀** siendo el p-valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existe relación entre el tipo de tuberías y válvulas y la calidad microbiológica.

A. Planteamiento de hipótesis (pintura)

H₀ = No existe relación entre la pintura y la calidad microbiológica.

H₁ = Existe relación entre la pintura y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar **H₀** si la significancia (p valor) es > 0,05

Rechazar **H₀** si la significancia (p valor) es < 0,05

C. Prueba estadística: Chi² de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	31,846 ^a	2	0,000
Razón de verosimilitud	38,778	2	0,000
Asociación lineal por lineal	20,837	1	0,000
N de casos válidos	36		

a. 3 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,67.

D. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis **H₀** siendo el p-valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existe relación entre la pintura y la calidad microbiológica.

A. Planteamiento de hipótesis (limpieza)

H₀ = No existe relación entre la limpieza y la calidad microbiológica.

H₁ = Existe relación entre la limpieza y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar **H₀** si la significancia (p valor) es > 0,05

Rechazar **H₀** si la significancia (p valor) es < 0,05

C. Prueba estadística: Chi² de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	36,000 ^a	2	0,000
Razón de verosimilitud	45,829	2	0,000
Asociación lineal por lineal	26,250	1	0,000
N de casos válidos	36		

a. 3 casillas (50,0%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 4,00.

D. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis **H₀** siendo el p-valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existe relación entre la limpieza y la calidad microbiológica.

A. Planteamiento de hipótesis (desinfección)

H₀ = No existe relación entre la desinfección y la calidad microbiológica.

H₁ = Existe relación entre la desinfección y la calidad microbiológica.

B. Regla de decisión

Aceptar **H₀** si la significancia (p valor) es > 0,05

Rechazar **H₀** si la significancia (p valor) es < 0,05

C. Prueba estadística: Chi² de Pearson (variables categóricas)

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	24,882 ^a	2	0,000
Razón de verosimilitud	29,985	2	0,000
Asociación lineal por lineal	20,088	1	0,000
N de casos válidos	36		

a. 2 casillas (33,3%) han esperado un recuento menor que 5. El recuento mínimo esperado es 3,00.

D. Decisión estadística

Se rechaza la Hipótesis **H₀** siendo el p-valor (0,000) menor que el nivel de significancia ($\alpha = 0,05$). En consecuencia, existe relación entre la desinfección y la calidad microbiológica.

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El consumo de agua potable contaminada resulta sumamente negativo para la calidad de vida de los seres humanos. Según datos de la Organización Mundial de la Salud, en el mundo más de 2000 millones de seres humanos utilizan aguas procedentes de fuentes que presentan algún tipo de contaminación y por ende tienen alteradas sus características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas, fenómeno que puede estar relacionado principalmente con el origen de diversas enfermedades entéricas (diarreas, cólera, disenterías, tifoidea, etc.), habiéndose estimado incluso que el consumo de este tipo de agua causa más medio millón de muertes anuales sólo por diarrea.⁵⁰

La evaluación de la calidad del agua para consumo humano guarda estrecha relación directa con ciertos parámetros físicos (color, turbidez, conductividad, y temperatura), químicos (pH, sólidos totales, cloruros, sulfatos, dureza total, amoníaco, hierro, manganeso, aluminio, cobre, zinc y sodio) y microbiológicos (bacterias heterotróficas, coliformes totales y fecales); los cuales se constituyen en herramientas bastante útiles para establecer su calidad, ya que pueden ser comparados con los parámetros de calidad del agua según la legislación vigente en nuestro país.⁵¹

Las autoridades distritales del municipio de Marcapomacocha, conjuntamente con aquellas del sector Salud realizaron análisis del agua almacenada en los reservorios, pues se habían presentado múltiples casos de enfermedades intestinales en la población mayoritariamente infantil, debido a su consumo directamente de los grifos; hecho que motivó y generó las alarmas respectivas.

Todo ello ocurrió meses antes de iniciarse esta investigación, la misma que tuvo como principal objetivo verificar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua almacenada en el reservorio, así como identificar cuáles son los factores asociados a su contaminación; con lo cual se podrían aplicar medidas correctivas referentes a la estructura y mantenimiento de su reservorio principal, así como de su fuente de abastecimiento; en base a los hallazgos de esta investigación.

Antes de llevarse a cabo el estudio se realizó una verificación preliminar acerca de las características que presentaban, tanto el reservorio principal, como su fuente de abastecimiento; en la cual se pudo constatar las pésimas condiciones bajo las que éstos se encontraban, pues era notorio el deterioro de la estructura (paredes y pisos), carencia de techo (o en su defecto presencia de calamina), herrumbre en las válvulas y cañerías; pero por sobre todo la presencia de elementos indeseables en los alrededores (basura, restos de animales, vegetales descompuestos, etc.).

Así mismo, tras entrevistas con los responsables del mantenimiento del reservorio fue posible establecer con claridad que no se aplicaban correctos procedimientos de limpieza y mucho menos de desinfección, tal como lo exigen las normativas para este tipo de instalaciones; lo cual podría deberse a múltiples factores, entre los que destacarían aquellos relacionados con falta de presupuesto, desconocimiento y un cierto descuido en el afán de dar prioridad a otro tipo de obras.

Es así que, a partir de los aspectos evidenciados y descritos líneas arriba, así como tomando en consideración la capacidad instalada en los laboratorios de la Universidad Peruana Los Andes, se colectaron muestras que fueron analizadas en el Laboratorio de Microbiología (Facultad de Ciencias de la Salud) y otras fueron enviadas al Laboratorio de Investigación de aguas de la Universidad Nacional del Centro del Perú, para los respectivos análisis fisicoquímicos.

Tal como se puede observar en las Tablas 4 y 5, el promedio de los recuentos obtenidos luego de llevarse a cabo los análisis microbiológicos con muestras procedentes de dos puntos de muestreo (captación e ingreso al reservorio), evidenció notoriamente que todos sus parámetros tuvieron resultados que superaron sus respectivos límites permisibles; resultando mucho más elevados en la zona de captación de puquio, principalmente para el caso de las bacterias heterotróficas (5741 UFC/mL), *Escherichia coli* (286,7 UFC/mL), coliformes totales (733,3 NMP/100mL) y coliformes fecales (306,7 NMP/100mL), lo que posiblemente podría deberse a que éstas aguas se encuentran en permanente contacto con el medio ambiente, razón por la cual se exponen a mayores índices de agentes contaminantes que permiten la proliferación microbiana.

Con respecto a esto debe tenerse en cuenta que las aguas que abastecen este reservorio provienen de un puquial, lo que las caracterizaría como aquellas que poseen mejor calidad tanto microbiológica como fisicoquímica, en relación a las de origen superficial debido principalmente a su purificación natural a través del percolado y almacenamiento durante tiempo prolongado sin contactar con el medio ambiente; aunque muchos sistemas de aguas subterráneas pueden verse afectados por la llegada de sustancias químicas y disposición de residuos. Además, aun cuando estas aguas pudieron estar libres de contaminación, durante su almacenamiento, al estar en contacto con el medio ambiente y la actividad humana (arrojado de basura, presencia de animales, conexiones inadecuadas, etc.) pueden cambiar esta condición.⁵²

Al haberse encontrado que todos los parámetros microbiológicos, en ambos puntos de muestreo, presentaron recuentos que sobrepasaron sus correspondientes límites máximos permitidos según los Criterios de calidad para agua potable (MINSA), es factible estimar que el agua del reservorio de Marcapomacocha presenta calidad microbiológica inaceptable (Tablas 4 y 5), siendo por lo tanto no apta para el consumo humano; ante lo cual resulta necesario aplicar eficientes procedimientos de limpieza y desinfección, sobre todo al interior del reservorio.

Por otro lado, las Tablas 6 y 7 permiten evidenciar que los resultados promedio alcanzados luego de los análisis de fisicoquímicos, para todos los puntos de muestreo, estuvieron debajo de sus límites permitidos; aunque mostraron ciertas variaciones de mayor o menor grado entre ambas zonas sometidas a muestreo. La temperatura es un parámetro que en las aguas se relaciona con la velocidad de las reacciones bioquímicas, así como transferencia y solubilidad de gases, fenómeno que según los resultados obtenidos en este estudio permite la presencia de microbios psicrófilos propios de las condiciones climáticas que caracterizan la zona de estudio.

El pH presentó un promedio de 7,63 para el agua de la zona de captación y 7,81 en el reservorio, el mismo que se encuentra entre 6,5 a 8,5; siendo óptimo para una gaud de calidad. La dureza total (296,7 mg/L para puquio y 288,33 mg/L para reservorio) y dureza cálcica (71,7 mg/L y 111,7 mg/L, respectivamente) en el agua analizada se encuentra dentro de los 500 mg/L y 150 mg/L, establecidos por la normativa tomada como referencia. Al respecto, la dureza del agua se debe a la presencia de calcio y magnesio, generalmente encontrados dentro del rango de 5 a 500 mg/L, como molécula de CaCO_3 .⁵³

Por su parte, los resultados sobre sulfatos (184,6 mg/L y 168,2 mg/L, respectivamente) estuvieron también por debajo de su límite permitido (250 mg/L), así como los cloruros y la conductividad; lo cual demostraría que a pesar de las inadecuadas condiciones en la infraestructura del reservorio, estos parámetros no se ven mayormente afectados. También resultó lo mismo con los sólidos (disueltos, suspendidos y totales) en cuyos casos siempre se mantuvieron dentro de los rangos que establece la legislación vigente.⁵⁴

Los resultados encontrados en este estudio guardan relación con aquellos reportes de algunas investigaciones internacionales como las de Zhen B., quien demostró que algunos parámetros diferían según las épocas de muestreo.

También con lo hallado por Hernández C., quien evaluó la calidad del agua potable y encontró acciones antropogénicas negativas, escasa planificación urbana, pobre inversión en infraestructura y escasas medidas higiénicas. Así mismo, existen concordancias con estudios realizados a nivel nacional, tales como el de Sotil L. y Flores H., quienes encontraron que los parámetros fisicoquímicos del río Mazán (Loreto) se encuentran dentro del límite permisible. También los reportes de Flores L., quien al evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua en tres distritos de Huancayo (Junín), encontró parámetros por debajo de los límites máximos permisibles, y la investigación de Mendoza M., que evaluó la calidad fisicoquímica del agua superficial en Sacsamarca (Ayacucho), encontrando que todos los parámetros se encontraban dentro de sus límites permitidos.

También se encuentran semejanzas con los reportes de Frias T. y Montilla L., quienes evaluaron parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el río Itaya (Loreto), concluyendo que sólo aquellos parámetros microbiológicos superaron los estándares de calidad aguas de la categoría 4.

Por otro lado, se encuentran diferencias con las investigaciones de Amado M., quien al determinar la calidad bacteriológica del agua para el consumo humano en Majes (Arequipa), reportó promedios de coliformes y *E. coli* sobre sus límites permitidos, aunque sus parámetros fisicoquímicos, temperatura y pH no superan ningún LMP. También el estudio de Arpi J. y Yunga M., quienes evaluaron la calidad del agua potable (Ecuador), encontrando que ninguna muestra presentó coliformes totales y sus parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los límites permisibles.

A partir de los resultados (microbiológicos y fisicoquímicos) obtenidos luego de ser realizada esta investigación y tomando en cuenta el análisis estadístico (Chi cuadrado de Pearson) con la información colectada en la lista de cotejo fue posible determinar que seis factores correspondientes al tipo muro y piso en lo referente a su condición de construcción y revestido; así como tuberías y válvulas (tipo de material y presencia de óxido), estado de la pintura y prácticas de limpieza y desinfección se encuentran relacionados sólo con la calidad microbiológica del agua potable ($p < 0,05$).

Con lo cual se acepta de forma parcial la hipótesis planteada, pues se ha considerado que todas las muestras del agua analizada poseen calidad fisicoquímica aceptable, pero en todos los casos está fue microbiológicamente inaceptable. En tal sentido, es necesario resaltar que se cumplieron todos los objetivos propuestos, ya que fue posible analizar la calidad del agua, tanto de la fuente de abastecimiento, así como del reservorio, mediante análisis fisicoquímico y microbiológico, encontrando que todos los parámetros de tipo microbiológico excedieron sus límites máximos permisibles.

Además, se logró identificar específicamente cuáles son los factores que se encuentran relacionados con la pobre calidad microbiológica, lo cual servirá para que las autoridades locales del distrito de Marcapomacocha tomen conciencia que el agua del reservorio no es apta para su consumo, haciéndose necesaria aplicar de forma inmediata medidas orientadas a contrarrestar aquellos factores identificados, tales como la estructura, limpieza, desinfección y constante mantenimiento de sus instalaciones; todo lo cual repercutirá favorablemente sobre la calidad de vida de sus pobladores y visitantes.

CONCLUSIONES

1. Existen factores asociados sólo a la calidad microbiológica del agua potable del distrito de Marcapomacocha, Yauli - La Oroya, entre abril a junio del año 2019, discrepando con lo reportado por otras investigaciones; las cuales señalan que la calidad fisicoquímica se relaciona con diversos factores.
2. El análisis del agua potable demostró que presenta calidad microbiológica inaceptable, lo cual permite aceptar la primera hipótesis específica.
3. El análisis del agua potable demostró que presenta calidad fisicoquímica aceptable, lo cual permite rechazar la segunda hipótesis específica.
4. Se identificaron seis factores (muro, piso, tuberías y válvulas, pintura limpieza y desinfección) que se encuentran relacionados solamente con la calidad microbiológica del agua potable; aceptando la tercera hipótesis específica.

RECOMENDACIONES

1. A las autoridades de la Universidad Peruana Los Andes, divulgar los resultados obtenidos a través de boletines dirigidos a la comunidad científica y la sociedad en general, relacionados con el correcto almacenamiento, distribución y consumo del agua potable.
2. Se recomienda a la municipalidad distrital de Marcapomacocha (Yauli – La Oroya) velar por la frecuente limpieza, desinfección y mantenimiento de las condiciones de operatividad de sus reservorios de agua potable, de lo contrario se verá afectada la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua almacenada, perjudicando la salud del público usuario.
3. Es recomendable que el personal encargado del cuidado y mantenimiento de los reservorios aplique rigurosamente medidas para restringir el acceso a personas extrañas, evitando el arrojado de basura y otros elementos; así como la realización de análisis de forma permanente acerca de la calidad del agua.
4. Se recomienda el desarrollo de futuras investigaciones de tipo longitudinal y nivel experimental a fin de evaluar el efecto de adecuados procedimientos de asepsia y desinfección sobre la calidad del agua potable en reservorios de similares características.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. OMS. Guía para la calidad del agua potable Vol.1 3^{ra} ed. Washington D.C.: Organización Mundial de la Salud; 2006. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3rev/es/
2. OMS. Reconocimiento del acceso al agua segura y limpia y a servicios de saneamiento como un derecho humano. Washington D.C.: Organización Mundial de la Salud; 2010. Disponible en: https://www.who.int/water_sanitation_health/recognition_safe_clean_water/es
3. Arpi J, Yunga M. Evaluación de la calidad de agua de los sectores Corazón de María y Zhirincay de la Junta administradora de agua potable Regional Bayas del Cantón Azogues [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2017.
4. SUNASS. La calidad del agua potable en el Perú. Lima: Superintendencia Nacional de servicios de Saneamiento; 2004. Disponible en: https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf
5. Mendoza M. Evaluación fisicoquímica de la calidad del agua superficial en el centro poblado de Sacsamarca, Región Ayacucho, Perú [Tesis]. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú; 2018.

6. Flores L. Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable para consumo humano en los distritos de El Tambo, Huancayo y Chilca en el año 2014 [Tesis]. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú; 2017.
7. Minaya R. Parámetros físicos, químicos, microbiológicos, para determinar la calidad del agua en la laguna Moronococha, época de transición creciente-vaciante. Iquitos. Perú. 2016 [Tesis]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2017.
8. Amado M. Determinación bacteriológica de la calidad del agua de consumo humano, regadío y bebida de animales del distrito de Majes, provincia de Caylloma, Departamento de Arequipa, abril-mayo 2017 [Tesis]. Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa; 2017.
9. Sotil L, Flores H. Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán [Tesis]. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonia Peruana; 2016.
10. Frías T, Montilla L. Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector Puerto de Productores río Itaya, Loreto-Perú 2014-2015 [Tesis]. Loreto: Universidad Científica del Perú; 2016.
11. Gutiérrez V, Medrano N. Análisis de la calidad del agua y factores de contaminación ambiental en el lago San Jacinto de Tarija. Rev. Vent. Cient. 2017; 8(13):13-19.
12. Arpi J, Yunga M. Evaluación de la calidad de agua de los sectores Corazón de María y Zhirincay de la junta Administradora de agua potable Regional Bayas del Cantón Azogues [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2017.

13. Hernández C. Evaluación de la calidad del agua para consumo humano y propuesta de alternativas tendientes a su mejora, en la comunidad de 4 Millas de Matina, Limón [Tesis]. Heredia: Universidad Nacional; 2016.
14. Karol J, Briñez A, Guarnizo J, Arias S. Calidad del agua para consumo humano en el departamento de Tolima. Rev. Fac. Nac. Salud Pública. 2012; 30(2):175-182.
15. Zhen B. Calidad físico-química y bacteriológica del agua para consumo humano de la microcuenca de la quebrada Victoria, Curubandé, Guanacaste, Costa Rica, año hidrológico 2007-2008 [Tesis]. Costa Rica: Universidad Estatal a Distancia; 2009.
16. Quintuña J, Samaniego M. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua potable de la planta potabilizadora del cantón Chordeleg [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2016.
17. Palomino C. Calidad microbiológica y fisicoquímica de las aguas de consumo humano y de riego del distrito de Luricocha de la provincia de Huanta – Ayacucho 2016 – 2017 [Tesis]. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga; 2017.
18. eco net.com. Desatascos y limpiezas técnicas. Barcelona; 2017. Disponible en:
<http://www.econetdesatascos.com/es/blog/fuentes-de-agua-natural/210>
19. SUNASS. La calidad del agua potable en el Perú. Lima: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento; 2004. Disponible en:
https://www.sunass.gob.pe/Publicaciones/agua_potable.pdf

20. Obón J. Análisis de Aguas. Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena - Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Disponible en:
<https://www.calameo.com-books>
21. Tapia V, Vélez K. Análisis de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable en la zona urbana del cantón Paute [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2018.
22. MINSA. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. DS N°031-2010-SA. Lima: Ministerio de Salud; 2010. Disponible en:
https://digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
23. anesapa.org. Manual de operación y mantenimiento de Sistemas de agua rurales. La Paz: Ministerio del Agua; 2007. Disponible en:
<http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/04MANOpeManSAPrural.pdf>
24. Vivienda-MIMDES. Parámetros de Diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Ministerio de la Mujer y Desarrollo; 2004.
25. anesapa.org. Manual de operación y mantenimiento de Sistemas de agua rurales. La Paz: Ministerio del Agua; 2007. Disponible en:
<http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/04MANOpeManSAPrural.pdf>

26. MINSA. Plan de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano-limpieza y desinfección de reservorios de agua del Hospital Nacional 2 de mayo, 2018. Lima. Ministerio de Salud. Disponible en: http://nuevaweb.hdosdemayo.gob.pe/instrumentos_de_gestion/normas_emitidas/r_dir/2018/07
27. Vivienda-MIMDES. Parámetros de Diseño de infraestructura de agua y saneamiento para centros poblados rurales. Lima: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento - Ministerio de la Mujer y Desarrollo; 2004.
28. Solórzano R. Determinación de la calidad del agua para consumo humano y uso industrial proveniente de la planta de tratamiento La Carbonera, municipio de Sanarate, departamento de El Progreso [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005.
29. OMS. Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. En: Guías para la calidad del agua potable (Publicación científica). Washington D.C: Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud; 1988: Disponible en: <http://devserver.paho.org:8080/xmlui/handle/123456789/712>
30. Montes G. Calidad del agua de fuentes públicas y pozos particulares. Rev San Hig Pública. 1988; 62:1303-16.
31. Ramos R, Sepúlveda R, Villalobos F. El agua en el medio ambiente: Tipos de agua y Análisis. México: Editorial Plaza y Valdés S.A.; 2003.
32. Sierra L, Sáenz. Medicina preventiva y Salud pública. 8^{va} ed. Barcelona: Salvat Editores; 1989.

33. Wiley J. Control de la calidad del Agua. Barcelona, España: Editorial Reverté S.A.; 2003.
34. anesapa.org. Manual de operación y mantenimiento de Sistemas de agua rurales. La Paz: Ministerio del Agua; 2007. Disponible en: <http://www.anesapa.org/wp-content/uploads/2014/12/04MANOpeManSAPrural.pdf>
35. Montes G. Calidad del agua de fuentes públicas y pozos particulares. Rev San Hig Pública. 1988; 62:1303-16.
36. Ramos R, Sepúlveda R, Villalobos F. El agua en el medio ambiente: Tipos de agua y Análisis. México: Editorial Plaza y Valdés S.A.; 2003.
37. Obón J. Análisis de Aguas. Colombia: Universidad Politécnica de Cartagena - Departamento de Ingeniería Química y Ambiental. Disponible en: <https://www.calameo.com-books>
38. Tapia V, Vélez K. Análisis de la calidad físico-química y microbiológica del agua potable en la zona urbana del cantón Paute [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2018.
39. OMS. Control de la calidad del agua potable en sistemas de abastecimiento para pequeñas comunidades. En: Guías para la calidad del agua potable (Publicación científica). Washington D.C: Oficina Sanitaria Panamericana, Oficina Regional de la Organización Mundial de la Salud; 1988: Disponible en: <http://devserver.paho.org:8080/xmlui/handle/123456789/712>
40. Montes G. Calidad del agua de fuentes públicas y pozos particulares. Rev San Hig Pública. 1988; 62:1303-16.

41. Sánchez H, Reyes C. Metodología y Diseños en la Investigación científica. Lima: Editorial Visión Universitaria; 2009.
42. Hernández R, Fernández-Collado C, Baptista P. Metodología de la Investigación. 4^{ta} ed. México: Editorial Mc Graw-Hill; 2006.
43. Valderrama S. Pasos para elaborar Proyectos y Tesis de Investigación científica. Lima: Editorial San Marcos E.I.R.L.; 2010.
44. Pineda E, Alvarado E, Canales F. Metodología de la investigación. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud – Organización Mundial de la Salud; 1994.
45. Apha, A. Métodos normalizados para el análisis del Agua potable y residual. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos; 2000.
46. Wiley J. Control de la calidad del Agua. Barcelona, España: Editorial Reverté S.A.; 2003.
47. Mendo M. Lecciones de Microbiología y Medios de Cultivo. 4^{ta} ed. Lima: Editorial Ediciones Laborales SIPL; 1995.
48. Prescott L, Harley J, Klein D. Microbiología. 4^{ta} ed. España: Editorial McGraw-Hill Interamericana de España S.A.; 1999.
49. UPLA. Reglamento general de Investigación científica. Huancayo: Universidad Peruana Los Andes – Vicerrectorado de Investigación; 2019.
50. Prescott L, Harley J, Klein D. Microbiología. 4^{ta} ed. España: Editorial McGraw-Hill Interamericana de España S.A.; 1999.

51. Wiley J. Control de la calidad del Agua. Barcelona, España: Editorial Reverté S.A.; 2003.
52. Montes G. Calidad del agua de fuentes públicas y pozos particulares. Rev San Hig Pública. 1988; 62:1303-16.
53. Apha, A. Métodos normalizados para el análisis del Agua potable y residual. Madrid, España: Editorial Díaz de Santos; 2000.
54. Quintuña J, Samaniego M. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua potable de la planta potabilizadora del cantón Chordeleg [Tesis]. Cuenca: Universidad de Cuenca; 2016.

ANEXOS

ANEXO 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: FACTORES ASOCIADOS A LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FISICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE DE MARCAPOMACocha, YAULI - LA OROYA, 2019

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES DE INVESTIGACIÓN		MÉTODO
			Variables	Dimensión	
¿Cuáles son los factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable de Marcapomacocha de Yauli - La Oroya?	<p>Objetivo general Determinar los factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable de Marcapomacocha de Yauli - La Oroya.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> Analizar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha. Identificar los factores relacionados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable del distrito de Marcapomacocha. 	El inadecuado tratamiento de potabilización y el diseño del reservorio son los factores asociados a la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable de Marcapomacocha de Yauli - La Oroya.	Variable 1 Factores asociados	Estructura	<p>1. Método de investigación.- Científico analítico.</p> <p>2. Tipo de investigación.- Básico, prospectivo y transversal.</p> <p>3. Nivel de investigación.- Correlacional.</p> <p>4. Diseño de la investigación.- Descriptivo correlacional.</p> <p>5. Población y muestra.- Población constituida por toda el agua almacenada en el reservorio de Marcapomacocha (Yauli - La Oroya), entre abril a junio del 2019. Se analizarán 36 muestras escogidas mediante muestreo no probabilístico intencionado.</p> <p>6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos</p> <p>6.1 Técnicas.- Técnicas microbiológicas para aislar identificar y cuantificar bacterias indicadoras de contaminación y procedimientos de análisis físico y químico del agua, según la normativa vigente.</p> <p>6.2 Instrumentos de recolección de datos.- Lista de cotejo para identificar los factores asociados a la calidad del agua. Los datos obtenidos para cada muestra analizada serán registrados y ordenados en una Ficha de recolección de datos.</p> <p>6.3 Procedimientos de la investigación.-</p> <p>A. Obtención de muestras</p> <p>B. Análisis físicos: Temperatura, turbiedad y color</p> <p>C. Análisis químicos: Potencial de hidrogeno (pH), conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, sulfato, calcio, cloruro, dureza total, aluminio, hierro, manganeso, cobre, zinc y amonio</p> <p>D. Análisis microbiológicos: Bacterias heterotróficas, colimetría total y fecal</p> <p>7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos.- Resultados organizados en tablas de doble entrada, procesados mediante estadísticos descriptivos (media aritmética). Se compararán los datos obtenidos con los criterios del Reglamento de la Calidad del agua para consumo humano (DIGESA, MINSA, 2010). La relación entre los factores asociados se verificará mediante análisis estadístico Chi cuadrado de Pearson ($\alpha = 0,05$).</p> <p>8. Aspectos éticos de la investigación.- Para las consideraciones éticas de este trabajo se tomaron como base los lineamientos establecidos en los artículos 4° y 5° del Código de Ética; así como los artículos 27° y 28° del Reglamento general de Investigación de la Universidad Peruana Los Andes.</p>
				Punto de muestreo	
				Mantenimiento del reservorio	
			Variable 2 Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua potable	Parámetros fisicoquímicos	
	Parámetros microbiológicos				

ANEXO 2
MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Dimensión	Indicador	Tipo y escala de medición
Calidad fisicoquímica y microbiológica del agua	Parámetros fisicoquímicos	Dureza total	Categórica nominal
		Dureza cálcica	
		Alcalinidad	
		Cloruros	
		Sulfatos	
		Conductividad	
		Sólidos disueltos	
		Sólidos suspendidos	
		Sólidos totales	
		pH	
		Turbidez	
	Oxígeno disuelto		
	Parámetros microbiológicos	Bacterias heterotróficas	
		<i>Escherichia coli</i>	
Coliformes totales			
Coliformes fecales			
Factores asociados	Estructura	Muro	Categórica nominal
		Piso	
		Techo	
		Tuberías y válvulas	
		Pintura	
	Punto de muestreo	Laguna	
		Río	
		Manantial	
	Mantenimiento	Limpieza	
		Desinfección	

Fuente: Elaboración propia, marzo 2019

ANEXO 3
LISTA DE COTEJO

Dimensión	Indicador	Categoría	Observación	
Diseño del reservorio	Muro	Ladrillo y cemento		
		Revestido de concreto		
	Piso	Ladrillo y cemento		
		Revestido de concreto		
	Techo	Sin techo		
		De calamina		
		De concreto		
	Tuberías y válvulas	De fierro en mal estado		
		De fierro en buen estado		
		De plástico PVC		
	Pintura	Sin pintar		
		Pintura en mal estado		
Pintura en buen estado				
Punto de muestreo	Caída del puquio	Si		
		No		
	Ingreso al reservorio	Si		
		No		
Mantenimiento del reservorio	Limpieza	Nunca se realiza		
		Se realiza inadecuadamente		
		Se realiza adecuadamente		
	Desinfección	Nunca se realiza		
		Se realiza inadecuadamente		
		Se realiza adecuadamente		

Fuente: Elaboración propia, marzo 2019

ANEXO 4

VALIDACIÓN POR JUICIO DE EXPERTOS

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Señor Experto, por favor marque en la Tabla de valoración los puntos que crea conveniente en base a su experiencia. En el caso de que el ítem sea inadecuado anote en el casillero sus observaciones y las razones del caso.

I. REFERENCIA

Nombre y apellidos del experto	JORGE A. VÉLIZ CABALLERO
Profesión	BIÓLOGO
Grado académico	DOCTOR EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
Institución donde labora	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Teléfono y e-mail	jveliz@mail.upla.edu.pe 945495669

NOTA: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1. Muy malo	2. Malo	3. Regular	4. Bueno	5. Muy bueno
-------------	---------	------------	----------	--------------

II. TABLA DE VALORACIÓN

Criterio de validez	PUNTUACIÓN					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Total parcial				8	10		
TOTAL					18		

Puntuación:

De 4 a 11: No válido, reformular:

De 12 a 14: No válido, modificar:

De 15 a 17: Válido, mejorar:

De 18 a 20: Válido aplicar:

III. COMENTARIOS FINALES:

.....

Dr. Jorge A. Véliz Caballero
 BIÓLOGO
 Reg. COBIOPE N° 861

FIRMA DE EXPERTO
 NOMBRES Y APELLIDOS
 DNI N°: 20010360

HUANCAYO 15 DE ABRIL DEL 2019

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Señor Experto, por favor marque en la Tabla de valoración los puntos que crea conveniente en base a su experiencia. En el caso de que el ítem sea inadecuado anote en el casillero sus observaciones y las razones del caso.

I. REFERENCIA

Nombre y apellidos del experto	Daniel Alcides Susamibar Sandoval
Profesión	Ing. Químico
Grado académico	Magister EN Ingeniería Química Ambiental
Institución donde labora	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Teléfono y e-mail	951551458 Danielosusamibar@gmail.com

NOTA: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1. Muy malo	2. Malo	3. Regular	4. Bueno	5. Muy bueno
-------------	---------	------------	----------	--------------

II. TABLA DE VALORACIÓN

Criterio de validez	PUNTUACIÓN					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico				X			
Validez de intención y objetividad de medición y observación					X		
Presentación y formalidad del instrumento					X		
Total parcial				4	15		
TOTAL					19		

Puntuación:

De 4 a 11: No válido, reformular:

De 12 a 14: No válido, modificar:

De 15 a 17: Válido, mejorar:

De 18 a 20: Válido aplicar:

III. COMENTARIOS FINALES:

.....

Fecha: Huancayo..16..de..4...2019


 FIRMA DE EXPERTO
 NOMBRES Y APELLIDOS
 DNI N°: 20082870


 Msc. Ing. Daniel Alcides Susamibar Sandoval
 CIP. 1114268

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

Señor Experto, por favor marque en la Tabla de valoración los puntos que crea conveniente en base a su experiencia. En el caso de que el ítem sea inadecuado anote en el casillero sus observaciones y las razones del caso.

I. REFERENCIA

Nombre y apellidos del experto	JAI ME M. WESTER CAMPOS
Profesión	BIOLOGO - MICROBIÓLOGO
Grado académico	MAESTRO EN SALUD PÚBLICA
Institución donde labora	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
Teléfono y e-mail	964910038 d.jwestere@upla.edu.pe

NOTA: Para cada criterio considere la escala de 1 a 5 donde:

1. Muy malo	2. Malo	3. Regular	4. Bueno	5. Muy bueno
-------------	---------	------------	----------	--------------

II. TABLA DE VALORACIÓN

Criterio de validez	PUNTUACIÓN					Argumento	Observaciones y/o sugerencias
	1	2	3	4	5		
Validez de contenido					X		
Validez de criterio metodológico					X		
Validez de intención y objetividad de medición y observación				X			
Presentación y formalidad del instrumento				X			
Total parcial				8	10		
TOTAL				8	18		

Puntuación:

De 4 a 11: No válido, reformular:

De 12 a 14: No válido, modificar:

De 15 a 17: Válido, mejorar:

De 18 a 20: Válido aplicar:

III. COMENTARIOS FINALES:

.....

Fecha: Huancayo... 16 de 4... 2019


 FIRMA DE EXPERTO
 NOMBRES Y APELLIDOS
 DNI N°: 18069286



Jaime M. Wester Campos
 BIÓLOGO MICROBIÓLOGO
 C. R. 1749

ANEXO 5

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° de muestreo:		Fecha de recolección:			
Zona de muestreo:		Volumen de muestra:			
Parámetros	Indicador	Criterios de medición	Resultados		
			10⁻¹	10⁻²	10⁻³
Microbiológicos	Bacterias heterotróficas	500 UFC/mL			
	<i>Escherichia coli</i>	0 UFC/mL			
	Colimetría total	0 UFC/100 mL			
	Colimetría fecal	0 UFC/100 mL			
Fisicoquímicos	Dureza total	500			
	Dureza cálcica	150			
	Alcalinidad	200			
	Cloruros	250			
	Sulfatos	250			
	Conductividad	1500			
	Sólidos disueltos	1000			
	Sólidos suspendidos	50			
	Sólidos totales	1000			
	pH	6,5 – 8,5			
	Turbidez	5			
Oxígeno disuelto	7,4				
Observaciones					

Fuente: Elaboración propia, marzo 2019.

ANEXO 6

ACEPTACIÓN PARA REALIZAR INVESTIGACIÓN

SOLICITA FACILIDADES PARA
REALIZACIÓN DE TESIS

ALCALDE DEL DISTRITO DE MARCAPOMACOCHA, YAULI – JUNIN

Sr. HARRY MOYA ASTUDILLO

S.D.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARCAPOMACOCHA	
MESA DE PARTES	
Exp. N°: 387	N° Folio: 01
Fecha: 19/09/19	Hora: 3:23
Firma: 	

BLANCAS SANTIAGO, Aracely L. y JAVIER PARIONA Liz E., Bachilleres en Farmacia y Bioquímica y ex alumnas de esta Facultad de la Universidad Peruana Los Andes, con código de matrícula N° G02215K y N° G02211G respectivamente; ante Ud., respetuosamente nos presentamos y exponemos:

Que, con la finalidad de obtener el Título profesional de Químico – Farmacéutico hemos optado por la modalidad de ejecución de Tesis, cuyo plan: **“Factores Asociados a la Calidad Microbiológica y Físicoquímica del Agua Potable de Marcapomacocha, Yauli – La Oroya, 2019.”**, ha sido aprobado e inscrito mediante resolución N°1272-DFCC.SS-UPLA-2019, siendo nuestro asesor el Q.F.OSCANOA LAGUNAS JULIO MIGUEL.

Por lo expuesto, solicitamos a Ud., Señor Alcalde, se sirva disponer lo conveniente a fin de que se nos permita el acceso al Reservorio de agua del Distrito de Marcapomacocha los días martes 24 y miércoles 25, del mes de Setiembre del presente. Así mismo, se nos facilite el uso de material, instrumentos, equipos y otros necesarios para ejecutar la parte experimental de nuestra investigación; comprometiéndonos a utilizarlos manteniendo su integridad y correcto funcionamiento.

Por tanto esperamos acceda a nuestro pedido por ser de justicia que esperamos alcanzar

Huancayo, 19 de Setiembre de 2019


BLANCAS SANTIAGO, Aracely L.
Código de Matrícula N° G02215K


JAVIER PARIONA Liz E.
Código de Matrícula N° G02211G

SOLICITA FACILIDADES PARA
REALIZACIÓN DE TESIS

GERENTE DE DESARROLLO URBANO Y RURAL DEL DISTRITO DE
MARCAPOMACOCHA, YAULI - JUNIN

Ing. JUNIOR E. YATACO MORILLO

S.D.

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARCAPOMACOCHA	
MESA DE PARTES	
Exp. N°: 786	N° Folio: 01
Fecha: 19/09/19	Hora: 3:23
Firma:	

BLANCAS SANTIAGO, Aracely L. y JAVIER PARIONA Liz E., Bachilleres en Farmacia y Bioquímica y ex alumnas de esta Facultad de la Universidad Peruana Los Andes, con código de matrícula N° G02215K y N° G02211G respectivamente; ante Ud., respetuosamente nos presentamos y exponemos:

Que, con la finalidad de obtener el Título profesional de Químico – Farmacéutico hemos optado por la modalidad de ejecución de Tesis, cuyo plan: **"Factores Asociados a la Calidad Microbiológica y Físicoquímica del Agua Potable de Marcapomacocha, Yauli – La Oroya, 2019."**, ha sido aprobado e inscrito mediante resolución N°1272-DFCC.SS-UPLA-2019, siendo nuestro asesor el Q.F.OSCANOA LAGUNAS JULIO MIGUEL.

Por lo expuesto, solicitamos a Ud., Señor Gerente, se sirva disponer lo conveniente a fin de que se nos permita el acceso al Reservorio de agua del Distrito de Marcapomacocha los días martes 24 y miércoles 25, del mes de Setiembre del presente. Así mismo, se nos facilite el uso de material, instrumentos y equipos necesarios para ejecutar la parte experimental de nuestra investigación; comprometiéndonos a utilizarlos manteniendo su integridad y correcto funcionamiento.

Por tanto esperamos acceda a nuestro pedido por ser de justicia que esperamos alcanzar.

Huancayo, 19 de Setiembre de 2019



BLANCAS SANTIAGO, Aracely L.
Código de Matrícula N° G02215K



JAVIER PARIONA Liz E.
Código de Matrícula N° G02211G



MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
MARCAPOMACOCHA

Provincia de Yauli - Junín
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

Marcapomacocha, 20 de Setiembre del 2019

CARTA N°011-2019-ALC-MDM

SRA. ARACELY L. BLANCAS SANTIAGO
SR. LIZ E. JAVIER PARIONA
BACH. EN FARMACIA Y BIOQUIMICA

Presente. –

*Es grato dirigirme a usted, para saludarla cordialmente a nombre de la
Municipalidad Distrital de Marcapomacocha, Provincia de Yauli, Departamento de Junín y el mío
propio.*

*Mediante el presente informamos que habiendo recepcionado los expedientes con
N°786 y N°787 y de fecha 19 de Setiembre del 2019, enviado a nuestra entidad y solicitando los
permisos correspondientes para poder permitir el acceso al Reservorio de Agua del Distrito de
Marcapomacocha, se concede el permiso correspondiente a las personas en mención a fin de
poder facilitar la ejecución de Tesis en la carrera de Farmacia y Bioquímica.*

*Sin otro particular me suscribo de usted reiterándole las muestras de mi especial
consideración y mi estima personal.*

ATENTAMENTE

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE MARCAPOMACOCHA
YAULI - JUNÍN

Harry H. Moya Astudillo
ALCALDE

MUNICIPALIDAD DISTRITAL
DE MARCAPOMACOCHA

JUNIOR ESTEBAN YATACO MORILLO
GERENTE MUNICIPAL (a)

DECLARACION DE CONFIDENCIALIDAD



FACULTAD CIENCIAS DE LA SALUD
UNIDAD DE INVESTIGACION

DECLARACION DE CONFIDENCIALIDAD

Yo **Blancas Santiago Aracely Liliana**, Identificado (a) con DNI N° **47795973** estudiante/docente/egresado la escuela profesional de **Farmacia y Bioquímica** vengo implementando el proyecto de tesis titulado "**FACTORES ASOCIADOS A LA CALIDAD MICRIBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE DE MARCAPOMACocha YAULI - LA OROYA, 2019**", en ese contexto declaro bajo juramento que los datos que se generen como producto de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con fines de investigación basado en los artículos 6 y 7 del reglamento del Comité de ética de Investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana Los Andes, salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo, 05 de marzo 2020.




Apellidos y Nombres: **Blancas Santiago, Aracely Liliana**
Responsable de investigación



DECLARACIÓN DE CONFIDENCIALIDAD

YO **LIZ EUSEBIA JAVIER PARIONA** identificado (a) con DNI N° 42058929 estudiante/docente/egresado la escuela profesional de **FARMACIA BIOQUIMICA** vengo implemetando el proyecto de tesis titulado” **FACTORES ASOCIADOS DE LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE DE MARCAPOMACocha, YAULI – LA OROYA, 2019**” En ese contexto declaro bajo juramento que los datos que se generen productos de la investigación, así como la identidad de los participantes serán preservados y serán usados únicamente con los fines de investigación basado en los artículos 6 y 7 del reglamento del comité de ética de investigación y en los artículos 4 y 5 del Código de Ética para la investigación Científica de la Universidad Peruana los Andes, salvo con autorización expresa y documentada de alguno de ellos.

Huancayo 05 de Marzo de 2020



Apellidos y Nombres: Javier Periona Liz Eusebia

Responsables de Investigación

ANEXO 8

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Vicerrectorado de Investigación
Laboratorio de Investigación de Aguas
“Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad”

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

NOMBRE DEL PROYECTO	Nº DE REPORTE	135/2019	DATOS DEL SOLICITANTE	
FACTORES ASOCIADOS A LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE DE MARCAPOMACOCCHA, YAULI-LA OROYA, 2019			LIZ JAVIER PARIONA/ ARACELY BLANCAS SANTIAGO	
			FECHA DE MUESTREO	24/09/2019
			FECHA DE ANÁLISIS	24/09/2019
FUENTE	CAPTACION PUQUIO		PUNTO DE MUESTREO	
LOCALIDAD	MARCAPOMACOCCHA			
DIST/PROV/DEP.	MARCAPOMACOCCHA/YAULI-LA OROYA/JUNIN		ESTE	
PARAMETROS	FÍSICOQUÍMICO		NORTE	
MUESTREADO POR			ALTURA(msnm)	
			LIZ JAVIER PARIONA/ ARACELY BLANCAS SANTIAGO	

RESULTADOS

PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO
DUREZA TOTAL	CaCO ₃ (mg/L)	315
DUREZA CALCICA	CaCO ₃ (mg/L)	70
ALCALINIDAD	CaCO ₃ (mg/L)	5
CLORUROS	Cl ⁻ (mg/L)	22.52
SULFATOS	SO ₄ ⁻² (mg/L)	186.2
CONDUCTIVIDAD	µS/cm	539
SOLIDOS DISUELTOS	(mg/L)	269.5
SOLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	41.4
SOLIDOS TOTALES	(mg/L)	311.4
pH	pH	7.77
TURBIDEZ	NTU	1.13
OXIGENO DISUELTO	ppm	4.5

OBSERVACIONES:

*Las muestras fueron proporcionadas por el interesado(a)

*Documentos de referencia: Standard Methods for examination of water and wastewater 23rd Edition -2017/9308-2:1990 ISO

*Parametros no acreditados



[Firma]
Dra. María Custodio Villanueva
 COORDINADORA GENERAL



[Firma]
Ing. Heidi De la Cruz Solano



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ
Vicerrectorado de Investigación
Laboratorio de Investigación de Aguas
 "Año de la lucha contra la corrupción y la impunidad"

REPORTE DE ANÁLISIS DE AGUAS

NOMBRE DEL PROYECTO	Nº DE REPORTE	136/2019	DATOS DEL SOLICITANTE	
FACTORES ASOCIADOS A LA CALIDAD MICROBIOLÓGICA Y FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA POTABLE DE MARCAPOMACCOCHA, YAULI-LA OROYA, 2019			LIZ JAVIER PARIONA/ ARACELY BLANCAS SANTIAGO	
			FECHA DE MUESTREO	24/09/2019
FUENTE	INGRESO RESERVOIRIO MUNICIPAL		FECHA DE ANALISIS	24/09/2019
LOCALIDAD	MARCAPOMACCOCHA		PUNTO DE MUESTREO	
DIST/PROV/DEP.	MARCAPOMACCOCHA/YAULI-LA OROYA/JUNIN		ESTE	
PARAMETROS	FÍSICOQUÍMICO		NORTE	
MUESTREADO POR	LIZ JAVIER PARIONA/ ARACELY BLANCAS SANTIAGO			

RESULTADOS

PARAMETROS FÍSICOQUÍMICOS	UNIDAD	RESULTADO
DUREZA TOTAL	CaCO ₃ (mg/L)	300
DUREZA CALCICA	CaCO ₃ (mg/L)	70
ALCALINIDAD	CaCO ₃ (mg/L)	20
CLORUROS	Cl ⁻ (mg/L)	30.03
SULFATOS	SO ₄ ²⁻ (mg/L)	147
CONDUCTIVIDAD	µS/cm.	534.5
SOLIDOS DISUELTOS	(mg/L)	267
SOLIDOS SUSPENDIDOS	(mg/L)	23
SOLIDOS TOTALES	(mg/L)	290
pH	pH	8.24
TURBIDEZ	NTU	0.26
OXIGENO DISUELTO	ppm	6.3

OBSERVACIONES:

*Las muestras fueron proporcionados por el interesado(a)

*Documentos de referencia: Standard Methods for examination of water and wastewater 23rd Edition -2017/9308-2:1990 ISO

*Parametros no acreditados



[Firma]
 Dra. María Custodio Villanueva
 COORDINADORA GENERAL



[Firma]
 Ing. Heidi De la Cruz Solano

c.c. Archivo Laboratorio de Investigación de Aguas
 Av. Mariscal Castilla N° 3909-4089 Pabellón "C" - Tercer piso CIUDAD UNIVERSITARIA

ANEXO 9
FOTOGRAFÍAS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE PREPARACIÓN DE
MEDIOS DE CULTIVO PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS



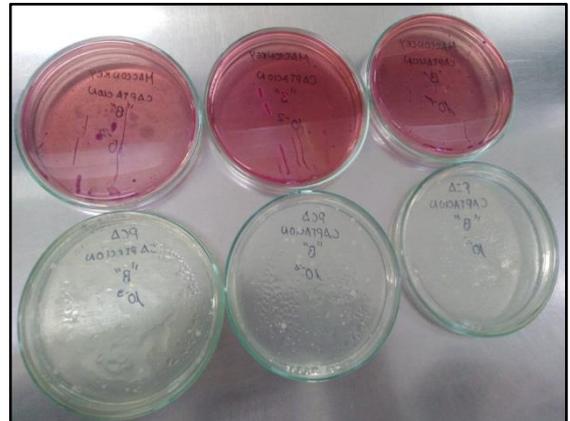
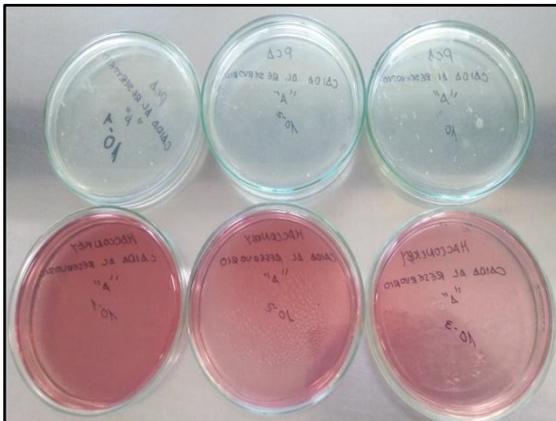
Fuente: Elaboración propia

ANEXO 10
FOTOGRAFÍAS QUE MUESTRAN LOS PROCEDIMIENTOS DE
MUESTREO



Fuente: Elaboración propia

ANEXO 11
FOTOGRAFÍAS QUE MUESTRAN LOS RESULTADOS DEL ANÁLISIS
MICROBIOLÓGICO



Fuente: Elaboración propia