



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Autor:

Jeferson Raúl Benavides Medina
<https://orcid.org/0009-0000-0134-5850>

Asesor:

Dr. Fabián Centurión Tapia
<https://orcid.org/0000-0003-2213-1856>

Código N° 6051721

Moyobamba, Perú

2023



FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA

Tesis

Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021

Para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario

Presentado por

Jeferson Raúl Benavides Medina

Sustentada y aprobada el 14 de agosto del 2023, ante el honorable jurado:

Presidente de Jurado

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza

Secretario de Jurado

Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardalez

Miembro de Jurado

Blgo. M.Sc. Alfredo Iban Díaz Visitación

Asesor

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia

Moyobamba, Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME FINAL DE TESIS CONDUCTENTES
A TÍTULO PROFESIONAL N.º 012-2023-UNSM/EPIS/UI**

Jurado reconocido con Resolución N.º 283-2019-UNSM/CFT/FE, Moyobamba 29 de noviembre del 2019.

**FACULTAD DE ECOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA SANITARIA**

A las 10:30 am del día lunes 14 de agosto del 2023, se dio inicio al acto público de sustentación del informe final de tesis: **“Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021”** para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario, presentado por **Jeferson Raúl Benavides Medina**, con la asesoría del **Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia**.

Instalada la Mesa Directiva conformada por el **Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza** (Presidente del jurado), **Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález** (Secretario), **Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación** (Vocal) y acompañado por el **Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia** (Asesor), el presidente del jurado dirige brevemente unas palabras y a continuación el secretario dio lectura a la **Resolución N° 138-2021-UNSM/CFT/FE Moyobamba, 24 de mayo del 2021**.

Seguidamente el autor expuso el informe final de tesis y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y evaluando, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas el jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo 4.2 del RG-CTI, la nota de sustentación otorgada resultante del promedio aritmético de los calificativos emitidos por cada uno de los miembros del jurado fue... **CATORCE (14)**, tal como se deja constar en la siguiente descripción.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN
FACULTAD DE ECOLOGÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria



De acuerdo con el Artículo 40° del RG-CTI, la nota obtenida es ... *APROBATORIA* y correspondiente a la calificación de... *BUENO*... Leído este resultado en presencia de todos los participantes del acto de sustentación, el secretario dio lectura a las observaciones subsanables al informe final que el autor deberá corregir y alcanzar al jurado en un plazo máximo de treinta (30) días calendarios.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de sustentaciones N° 001 del Programa de Estudios de Ingeniería Sanitaria de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria de la Facultad de Ecología de la UNSM.

Firman los integrantes de la Mesa Directiva y el autor del informe final tesis, en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las *12:15* horas, el mismo día 14 de agosto del 2023.

Ing. Dr. Yrwin Francisco Azabache Liza
Presidente de Jurado

Ing. M.Sc. Gerardo Cáceres Bardález
Secretario de Jurado

Blgo. M.Sc. Alfredo Ibán Díaz Visitación
Vocal del Jurado

Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia
Asesor

Jeferson Raúl Benavides Medina
Autor

Declaratoria de autenticidad

Jeferson Raúl Benavides Medina, con DNI N° 47974946, bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria, Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín, autor de la tesis titulada: **Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Moyobamba, 14 de agosto del 2023.



Jeferson Raúl Benavides Medina

DNI N° 47974946

Ficha de identificación

<p>Título del proyecto</p> <p>Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021</p>	<p>Área de investigación: Ciencia y tecnología del ambiente</p> <p>Línea de investigación: Gestión Integral y sostenible de los Recursos Naturales</p> <p>Sublínea de investigación: Tratamiento de agua</p> <p>Grupo de investigación: Tecnología del Tratamiento del Agua Resolución N°251-2022/UNSM/CFT/FE</p> <p>Tipo de investigación: Básica <input checked="" type="checkbox"/>, Aplicada <input type="checkbox"/>, Desarrollo experimental <input type="checkbox"/></p>
<p>Autor:</p> <p>Jeferson Raúl Benavides Medina</p>	<p>Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0009-0000-0134-5850</p>
<p>Asesor:</p> <p>Lic. Dr. Fabián Centurión Tapia</p>	<p>Dependencia local de soporte: Facultad de Ecología Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria Unidad o Laboratorio Ingeniería Sanitaria https://orcid.org/0000-0003-2213-1856</p>

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón esta tesis a toda mi familia que me apoyaron desde el principio y no dejaron que desista ante este proyecto a pesar de las dificultades que se nos presentan en esta vida.

Además, a mis padres, que desde el cielo siempre me guían por el camino correcto.

Agradecimientos

Ante todo, estoy agradecido a Dios por su apoyo incondicional y por haberme dado una familia encantadora que siempre ha creído en mí y nunca me ha dejado solo. Quiero poder contar siempre con su inestimable e incondicional amor.

A mis amigas Mayra Quintana García, Paola Rubio Bardales que siempre están conmigo dándome ánimos para seguir en este proyecto.

A mi asesor Lic. Dr. Fabian Centurión Tapia, por su apoyo incondicional y su guía valiosa.

Índice general

Ficha de Identificación	6
Dedicatoria.....	7
Índice general	9
Índice de tablas.....	10
RESUMEN.....	12
ABSTRACT.....	13
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN	14
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. Antecedentes de la investigación.....	17
2.2. Fundamentos teóricos.....	19
2.3. Definición de términos.....	28
CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS	30
3.1. Ámbito y condiciones de la investigación	30
3.1.1. Contexto de la investigación	30
3.1.2. Periodo de ejecución	30
3.1.3. Autorizaciones y permisos.....	30
3.1.4. Control, ambiental y protocolos debiodseguridad	30
3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales	30
3.2. Sistema de variables.....	30
3.3. Procedimientos de investigación.....	31
CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	32
4.1. Evaluación de los parámetros microbiológicos del agua	32
4.2. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua	35
4.3. Determinación de la calidad del agua para consumo humano.	40
CONCLUSIONES	42

RECOMENDACIONES	43
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
ANEXOS	43

Índice de tablas

Tabla 1: Resultados del primer análisis de los parámetros microbiológicos.....	33
Tabla 2: Resultados del segundo análisis de los parámetros microbiológicos.....	33
Tabla 3: Resultados del tercer análisis de los parámetros microbiológicos.....	33
Tabla 4: Medidas estadísticas para las bacterias heterotróficas.....	34
Tabla 5: Medidas estadísticas para los coliformes totales.....	34
Tabla 6: Medidas estadísticas para los coliformes termotolerantes.....	34
Tabla 7: Resultados del primer análisis de los parámetros fisicoquímicos.....	36
Tabla 8: Resultados del segundo análisis de los parámetros fisicoquímicos.....	36
Tabla 9: Resultados del tercer análisis de los parámetros fisicoquímicos.....	37
Tabla 10: Medidas estadísticas para la turbiedad.....	37
Tabla 11: Medidas estadísticas para el color.....	37
Tabla 12: Medidas estadísticas para la conductividad.....	38
Tabla 13: Medidas estadísticas para los sólidos totales disueltos.....	38
Tabla 14: Medidas estadísticas para el pH.....	38
Tabla 15: Medidas estadísticas para los cloruros.....	39
Tabla 16: Medidas estadísticas para los sulfatos.....	39
Tabla 17: Medidas estadísticas para el hierro.....	39
Tabla 18: Medidas estadísticas para el magnesio.....	40
Tabla 19: Calidad del agua en cuanto a los parámetros microbiológicos.....	41
Tabla 20: Calidad del agua en cuanto a los parámetros fisicoquímicos.....	41

RESUMEN

Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021

La presente investigación tuvo como objetivo general determinar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel perteneciente a la provincia de Rioja, región San Martín. La hipótesis se elaboró a partir de la bibliografía disponible, suponiendo que la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua supera los límites máximos permitidos y que, en consecuencia, no es apta para el consumo humano. Se eligieron tres zonas de la ciudad para el muestreo del agua en la sección metodológica utilizando la metodología de muestreo estadístico. Cada quince días, se extrajeron aleatoriamente muestras de un litro de agua de las viviendas y se enviaron al laboratorio para su examen microbiológico en cumplimiento de la normativa D.S. 031 - 2010 S.A. Con el reporte de laboratorio se procedió a tabular los datos concluyendo que, en cuanto a los parámetros microbiológicos, en promedio los coliformes totales eran 63.33 UFC/100ml, los coliformes termotolerantes 13.33 UFC/100ml y las bacterias heterotróficas 4169.33 UFC/100ml, superando en los tres casos los LMP. Realizada la evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano, se concluye que en promedio la turbiedad fue 9.47 NTU y el color 16 UCV, superando en ambos casos los LMP. Los demás parámetros evaluados como la conductividad, sólidos totales disueltos, pH, cloruros, sulfatos, hierro y manganeso se encuentran bajo control. En cuanto a la calidad del agua para consumo se concluye que ésta no es de buena calidad; por tanto, no es apta para su consumo directo.

Palabras clave: agua potable, calidad, contaminación, parámetros microbiológicos, parámetros fisicoquímicos.

ABSTRACT

Microbiological and physicochemical quality of water for human consumption in the district of Pardo Miguel. Rioja, 2021

The general objective of this research was to determine the microbiological and physicochemical quality of water for human consumption in the district of Pardo Miguel in the province of Rioja, San Martin region. The hypothesis was developed based on the available literature, assuming that the physicochemical and microbiological quality of the water exceeds the maximum permitted limits and that, consequently, it is not suitable for human consumption. Three areas of the city were chosen for water sampling in the methodological section using statistical sampling methodology. Every fortnight, samples of one litre of water were randomly drawn from the households and sent to the laboratory for microbiological examination in compliance with D.S. 031 - 2010 S.A. regulations. With the laboratory report we proceeded to tabulate the data concluding that, in terms of microbiological parameters, on average total coliforms were 63.33 CFU/100ml, thermotolerant coliforms 13.33 CFU/100ml and heterotrophic bacteria 4169.33 CFU/100ml, exceeding in all three cases the MPL. The evaluation of the physicochemical parameters of the water for human consumption concluded that the average turbidity was 9.47 NTU and the colour 16 UCV, exceeding the LMP in both cases. The other parameters evaluated, such as conductivity, total dissolved solids, pH, chlorides, sulphates, iron and manganese are under control. Regarding the quality of the water for consumption, it is concluded that it is not of good quality; therefore, it is not suitable for direct consumption.

Keywords: drinking water, quality, contamination, microbiological parameters, physico-chemical parameters.



CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Dada la importancia del agua para el desarrollo de los países -que la utilizan para diversos fines como el uso doméstico, la industria, el comercio y la agricultura-, la historia del acceso al agua potable en América Latina y en el mundo presenta rasgos distintivos que resultan de estos usos, de los intereses de las élites y de los conflictos sociales que surgen durante la implementación de las políticas de uso del agua (Quadros, 2018).

Muchas necesidades básicas que provocan conflictos sociales en las comunidades están determinadas por el crecimiento de ciertas actividades, el desarrollo de las ciudades y las comunidades rurales y el crecimiento de la población. Esto es especialmente cierto dado que el agua no sólo es necesaria para todos los sistemas de producción y sirve para preservar el sistema ecológico, sino que también es esencial para el crecimiento de la población (Valentín y Hernández, 2018). Esto ha llevado a que el agua sea un foco de conflictos e intereses comerciales a escala mundial. La distribución del agua a escala mundial es esencialmente ésta: De ella, sólo el 1% es accesible para el consumo humano en ríos, lagos y acuíferos; el 3% restante es dulce, mientras que el 97% restante es salada. Sólo 4200 km³ (30%) del agua mundial está disponible para el riego, la industria (23%) y el uso doméstico (8%), mientras que los 9000-14000 km³ restantes se destinan al sostenimiento de los ecosistemas. “Las estimaciones mundiales sugieren que en 2025 el 80% de la población mundial vivirá en condiciones de grave escasez de agua, cada año se evaporan 7100 km³ de agua, 42 000 km³ vuelven a océanos y se filtran en acuíferos” (Cruz et al, 2013).

Se prevé que el consumo mundial de agua aumente entre un 35 % y un 60 % de aquí a 2025 y, dada la expansión de la población y su potencial para amenazar el crecimiento económico sostenible a escala mundial, podría triplicarse de aquí a 2050 (Guerrero et al., 2018). El aumento de la población y las consecuencias del cambio climático, como la modificación de los patrones de temperatura y precipitaciones, repercuten en estas cifras estimadas (Wu, Bai, Zhang y Li (2017).

Las previsiones indican que las fluctuaciones de los fenómenos meteorológicos extremos, las inundaciones, las sequías y el aumento de la temperatura del agua repercutirán en la calidad del agua y agravarán la contaminación procedente de diversas fuentes. Para satisfacer las necesidades y deseos locales, debe estudiarse la gestión descentralizada del ciclo urbano del agua. Esto reduce los costes de inversión y mantenimiento, disminuye el consumo de energía y facilita el almacenamiento y la distribución (Escolero, Martínez y Perevochtchikova, 2016).

La Organización Mundial de la Salud (OMS), define el agua potable como aquella apropiada para ser consumida directamente por la población en sus distintos usos domésticos habituales, incluida la higiene personal. El agua potable no implica riesgo alguno por tanto su consumo no pone en peligro la salud humana al causar irritación química, intoxicación o infección microbiológica.

Debido a estas circunstancias, no existe un límite inferior aceptable para los microorganismos patógenos, por lo que ningún agente nocivo para las personas debe estar presente en el agua utilizada para el consumo humano, la preparación de alimentos y bebidas o la higiene personal. “Esto puede lograrse mediante la selección de fuentes de agua de alta calidad, el tratamiento eficaz y la descontaminación del agua contaminada con residuos animales, humanos u otro tipo, y la protección del agua contra la contaminación mientras se distribuye” (Paredes, 2014)

Es crucial monitorear continuamente la calidad del agua y estar conscientes de cualquier factor, como el uso de tecnología, que pueda afectarla. Esto se debe a que la crisis de los hidrocarburos y el uso inadecuado de los recursos hacen que cada día más personas consuman agua contaminada, lo que deriva en enfermedades con origen en la crisis hídrica, desnutrición, menor crecimiento económico, inestabilidad social y desastres ambientales. Las restricciones en cuanto al acceso del agua potable traerán consecuencias de sobrevivencia para la humanidad. La mayoría de los casos de enfermedades relacionadas con el agua ocurren en países subdesarrollados, donde se encuentran entre las enfermedades más comunes.

El conjunto de requisitos físicos, químicos y biológicos que deben cumplirse para que el agua suministrada sea segura para el uso previsto se conoce como calidad del agua. Dado que las heces incluyen una variedad de microorganismos peligrosos, entre ellos microorganismos enteropatógenos, la contaminación del agua por materia fecal es una preocupación de relevancia higiénica (Paredes, 2014)

A nivel local no sólo existen restricciones en cuanto al servicio de agua potable, sino que también existen problemas de contaminación de la misma porque, es decir, con el tiempo, el tema de la calidad y distribución del agua ha cambiado significativamente. Lo mismo aplica para el distrito de Pardo Miguel, donde la Contralora General advirtió en 2019 que la salud de los vecinos de la localidad de Naranjos en ese distrito está en riesgo porque el agua que están bebiendo no cumple con los estándares de salubridad que marca la ley. En estas circunstancias la inspección física al proyecto denominado "*Mejoramiento y*

Ampliación del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Localidad de Naranjos - Distrito de Pardo Miguel", advirtió situaciones adversas en el proceso constructivo. El objetivo de dicho proyecto es abastecer a los habitantes de Naranjos con agua que se deriva del río Naranjos. Los auditores demostraron que el sistema implementado no garantiza las condiciones necesarias debido a que el Municipio de Pardo Miguel carece de una planta de tratamiento de agua de consumo humano, lo que plantea la posibilidad de perjudicar la salud de la población local.

El agua se extrae de una bocatoma que extrae agua del río Naranjos y luego viaja por el canal del río Yarinal, que también se utiliza para la Central Hidroeléctrica en la comunidad de Pardo Miguel. Al respecto, el informe emitido por la "*Dirección Ejecutiva de Regulación y Fiscalización Sectorial de Salud San Martín*" (DIREFISSA) presenta los hallazgos de los análisis físicos y químicos que llevan a concluir que el agua no es apta para el consumo humano. Desde entonces, no se han publicado informes oficiales sobre la calidad del agua, por lo que en la presente investigación se formuló la siguiente interrogante: ¿Cómo es la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel?

Para responder a esta interrogante se formuló como objetivo general determinar la calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel; teniendo como objetivos específicos: Evaluar los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano; evaluar los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano; determinar la calidad del agua para consumo humano.

Asimismo, en base a los antecedentes de la investigación, se asume la hipótesis que la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua sobrepasan los límites máximos permisibles (LMP), por tanto, el agua no es apta para consumo humano.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Vásquez (2021), su estudio lo realizó con el objetivo de hacer un *“análisis físico, químico y biológico del agua de consumo humano en el proyecto de seguridad hidrográfica de su comunidad y medir la percepción de la comunidad Gallito en el distrito de Fernando Lores”*. Señala en uno de los resultados que los sólidos totales vertidos fueron de 80,9 mg/L y 80,5 mg/L, respectivamente, y que la turbiedad fue de 0,86 UNT en el tanque de almacenamiento y de 0,92 UNT en la plaza pública. El Decreto N° 031-2010-SA de Regulación de la Calidad del Agua para Consumo Humano recoge todos estos hallazgos. Adicionalmente, la percepción general de la población sugiere que están sumamente satisfechos con los servicios generales que brinda el Proyecto Seguridad Hídrica Gallito y son conscientes de que el agua que utilizan es potable.

Estrada y Vidal (2021), determinaron *“la calidad del agua para consumo humano mediante el análisis de los resultados de estudios sobre parámetros fisicoquímicos y microbiológicos utilizando la técnica de revisión sistémica complementada con metanálisis”*. El uso de estas técnicas arrojó como resultados que el agua es de baja calidad, y el análisis de resultados basado en la diferencia entre los valores medios de cada parámetro analizado y sus correspondientes estándares permitió establecer que no todos los estudios estaban de acuerdo con los parámetros de control obligatorios. El promedio para el pH resultó ser 0,04 (IC95%: -0,15 a 0,22), y el promedio para el contenido de cloro libre fue 0,11 (IC95%: -0,9 a 0,32). Esto demuestra que los estudios revisados no brindan información confiable para sacar conclusiones sobre la calidad del agua.

Lara y García (2020), con el objetivo de *“determinar la prevalencia de enfermedades gastrointestinales vinculadas al uso de agua contaminada en viviendas sin acceso a agua potable y saneamiento en el Valle del Mezquital de Hidalgo, México”*, realizaron una investigación. Desarrollaron un modelo logarítmico binomial teniendo en cuenta factores sociodemográficos y otros factores relacionados con las fuentes de agua y saneamiento en los hogares. Descubrieron que la probabilidad de aparición de enfermedades variaba en función de la fuente de agua que recibían las familias, la frecuencia con que se producían y la ausencia de acceso directo a instalaciones sanitarias y agua. Además, un saneamiento básico deficiente aumenta el riesgo de trastornos gastrointestinales; por lo

tanto, se deben poner en marcha iniciativas de salud pública para mejorar la cobertura de servicios de la población y, al mismo tiempo, prevenir estas enfermedades.

Torres (2020), tuvo como objetivo “*evaluar la calidad del agua potable en el barrio Pomalca del distrito de Soritor-Moyobamba*”. Las tres estaciones de muestreo del estudio fueron la salida del embalse, la primera residencia y la última residencia. El agua potable de cada lugar se analizó física, química y biológicamente. Se constató que los siguientes parámetros eran superiores al LMP especificado en el D.S. N°031-2010/SA: coliformes totales, coliformes fecales, escherichia coli, turbidez en la muestra con 7,57 UNT, cloro residual con 0,0 mg/L, bacterias heterótrofas con 84×10 UFC/mL, y estos niveles de bacterias en el agua. Para el análisis de dispersión por método predictivo, la precipitación pluvial provocó un cambio significativo en la turbidez. Para los demás parámetros, como conductividad, pH, dureza total, cloro residual, bacterias heterótrofas, bacterias coliformes totales, bacterias fecales y Escherichia coli, se utilizó un método predictivo.

Vargas et al. (2019), investigaron con el objetivo de “*evaluar la calidad microbiológica del agua destinada al consumo humano mediante la recuperación de coliformes totales (CT), coliformes termotolerantes (CTT) y bacterias heterótrofas (BH) en Fila Alta-Jaén-Cajamarca*”. Treinta y dos especímenes que estaban dispersos por la cadena de suministro y en las redes de distribución a domicilio fueron inspeccionados en cumplimiento del protocolo DIGESA-2015 para la recogida, preservación, conservación, tránsito y recepción de especímenes de agua para uso humano. BH se determinó utilizando la técnica de incorporación (Método Por Placa), mientras que CT y CTT se determinaron utilizando la metodología descrita en la Norma Técnica Peruana (NTP) sobre calidad del agua. Los resultados muestran un 31,66% combinado para CT, 13,59% para CTT y 54,75% para BH por encima de los Niveles Máximos Permitidos por el Reglamento del DS No. 031- 2010-SA.

Oliden y Villegas (2019), investigaron con el objetivo de “*evaluar los parámetros orgánicos y microbiológicos de la calidad del agua potable en el caserío Chamaya Pueblo, provincia y distrito de Jaén*”. Como referencia, se recurrió al DS N° 031 - 2010 del Ministerio de Salud. Se tomaron 11 muestras de agua utilizando la metodología del R. D. N° 160-2015-DIGESA, que incluía tres puntos de muestreo: grifos domiciliarios, reservorios y cuencas hidrográficas. Estos últimos tuvieron una frecuencia mensual de tres repeticiones y una evaluación de 15 parámetros. Los resultados obtenidos para los parámetros microbiológicos variaron entre 1,1 y 100 000 UFC/mL, mientras que los resultados para los parámetros organolépticos oscilaron entre 0 y 159,6 mg/L. En conclusión, los

parámetros microbiológicos superan el LMP, mientras que las métricas relacionadas con la química orgánica no lo superan.

Guevara (2019), determinó las “características físico-químicas del agua potable utilizada en el campus de la Universidad Nacional de Trujillo”. Examinaron 22 muestras de agua potable, realizándose las mediciones de turbidez por métodos nefelométricos, color por métodos colorimétricos, aroma y sabor por métodos organolépticos, temperatura por métodos de termómetro, sólidos totales por métodos de evaporación, pH por métodos potenciométricos, alcalinidad total por métodos de alcalimetría, dureza total por métodos de Versenato, cloruros por métodos de Mohr y nitratos por fen. Se obtuvieron los siguientes resultados: temperatura 21,17 °C; sólidos totales 1292,6 mg/L; pH 6,59; alcalinidad total 152,68 mg/L CaCO₃; dureza total 348,11 mg/L CaCO₃; cloruros 124,802 mg/L CL; nitrógeno y amoníaco negativos. Turbidez 3,23 UTN; color 6,6 UCV; fragancia y sabor OK. Se determinó que se cumplen los criterios por la calidad del agua apta para el consumo humano.

Aguilar y Navarro (2018), observaron “la calidad del agua para consumo humano en la comunidad de Llaucancha en Abancay”. Se utilizaron técnicas acordes a la Norma Técnica N°031.DIGESA (2012) y su Reglamento. Los resultados de laboratorio muestran que: *los parámetros físicos fueron pH de 7.78 +- 4.0, temperatura 17.43 +- 8.2, conductividad 138.12 +- 4.1 y alcalinidad 73.68+- 10.3*, mientras que los parámetros químicos mostraron la *densidad total de 74.28 +- 13.3, contenido de calcio 23.35 +- 7.9, contenido de magnesio 4.74 +- 9.8 y contenido de cloruro 74*. Por otra parte, los resultados de coliformes termotolerantes fueron de 6,67 +- 16,83 UFC en la toma y 1,75 +- 2,60 UFC en el depósito, mientras que los resultados de coliformes generales fueron de 18,67 +- 28,05 UFC en la toma, 18,08 +-13,51 UFC en el depósito y 29,08 +- 24,6 UFC en el fregadero doméstico.

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1 Agua para consumo humano

El agua es uno de los recursos más preciados y escasos del que dependen las personas en todo el mundo, y nuestro país no es una excepción. Muchas de nuestras poblaciones se ven obligadas a beber de fuentes de agua de mala calidad, lo que conlleva un sinnúmero de enfermedades que afectan tanto a niños como a adultos. Un derecho humano fundamental y una necesidad humana es tener acceso al agua potable. La DIGESA publicó los Lineamientos Oficiales de Requisitos Físicos, Químicos y Bacteriológicos para el Agua Potable en el año 2000. Este año se dio a la tarea de desarrollar el Reglamento

de Calidad del Agua para Consumo Humano, el cual concluyó en septiembre. 26 de setiembre del 2010, mediante el D.S. N° 031-2010-SA. Se denomina potable para consumo humano al agua que puede consumirse sin restricciones para preparar alimentos o bebidas (MINSA, 2011)

El agua potable es esencial para mantener la vida, y las personas deben tener acceso a un suministro suficiente que sea a la vez asequible y opaco. Debido a que los consumidores deben recibir beneficios concretos para su salud, se debe hacer todo lo posible para garantizar que el suministro de agua sea opaco, El agua apta para el consumo humano, también conocida como agua potable, se define como aquella que no presenta un riesgo significativo para la salud de sus usuarios a lo largo de la vida. Sin embargo, esta agua es vulnerable a varios tipos de contaminación de varias fuentes, por lo que es esencial que las personas eviten beber agua contaminada. “Esto se debe a que la población está en riesgo de contraer enfermedades por esta vía, siendo las madres lactantes, los niños pequeños, los ancianos, los discapacitados y las personas que viven en barrios marginales los más susceptibles” (Fernández y Fernández, 2007).

En este sentido, la calidad física, química y biológica del agua se encuentra dentro de los límites establecidos por las normas nacionales e internacionales. Sin embargo, las aguas subterráneas que se originan en áreas con piedra de calcita pueden ocasionalmente alcanzar altos niveles de bicarbonato de calcio (dureza), lo que requiere procedimientos de eliminación antes del consumo humano (Orellana, 2005).

2.2.2. Calidad del agua

Según la OMS (2010), la definición de calidad del agua potable “es aquella que no supone riesgo significativo para la salud cuando se utiliza de forma continuada a lo largo de la vida, teniendo en cuenta diversas sensibilidades que las personas pueden experimentar en las distintas etapas”. Las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua pueden utilizarse para cuantificar y clasificar el agua potable. El agua potable tiene distintas cualidades según dónde y cómo se fabrique. Estas últimas evalúan su calidad y garantizan que sea adecuada para un uso determinado.

El agua contiene una amplia gama de componentes químicos y microbianos que pueden ser nocivos para la salud humana. Su lenta y costosa detección, tanto en el agua bruta como en la de consumo, limita su utilidad para la alerta temprana y complica la prevención. “Dado que no es práctico ni económicamente viable analizar todos los parámetros

relacionados con la calidad del agua, hay que pensar cuidadosamente el uso de los recursos y las estrategias de control” (OMS,2008).

Algunos rasgos poco relacionados con la salud, como los que influyen en la absorción de agua por el organismo, también podrían resultar cruciales. “Cuando las cualidades estéticas del agua (como su apariencia, sabor y olor) son objetables, puede ser necesario realizar estudios adicionales para ver si el agua presenta algún problema relacionado con la salud” (OMS, 2008).

Además, el Reglamento sobre “la calidad del agua de consumo humano” establece unas directrices generales para la gestión de la calidad del agua de consumo humano, cuyo objetivo es:

Cualquier persona física o jurídica, pública o privada, que opere dentro de las fronteras del país y que esté legalmente obligada a hacerlo, o que se dedique a actividades relacionadas con “la gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o vigilancia del suministro de agua, está obligada a garantizar su seguridad, minimizar los riesgos para la salud y salvaguardar y promover el bienestar del público en general” (DIGESA, 2011).

2.2.3. Calidad microbiológica del agua

Se refiere a seres vivos extremadamente pequeños que solo son visibles a través de las lentes de un microscopio, como bacterias, virus, hongos y parásitos. Una de las más mencionadas, y cuya presencia en el agua está prohibida, es la bacteria coliforme (*Escherichia coli* es la más prevalente), que puede causar infecciones intestinales al aumentar bruscamente su cantidad. “De manera similar, no se deben encontrar en el agua huevos de larvas de gusanos, protozoos dañinos para la salud humana, entre otros” (DIGESA, 2011).

La aplicación de varias barreras desde el lugar de captación hasta el usuario es necesaria para garantizar la pureza microbiológica del suministro de agua y evitar o disminuir la contaminación del agua hasta niveles seguros para el consumo humano. La seguridad del agua mejora con la construcción de muchas barreras, como las que protegen los recursos hídricos, eligen y llevan a cabo adecuadamente diversas operaciones de tratamiento y gestionan los sistemas de distribución (entubados o no). Estas acciones preservan y protegen la calidad del agua tratada. “El enfoque preferido es un sistema de

gestión que se centre en prevenir o reducir la entrada de patógenos al recurso higiénico y que reduzca la dependencia de las operaciones de tratamiento para erradicar los patógenos” (Fuentes, 2007).

Menciona Fuentes (2007), que, a la hora de fijar objetivos de protección de la salud relativos a la seguridad microbiológica, los patógenos fecales deben ser el objetivo principal. La calidad microbiológica del agua suele variar repentinamente y con frecuencia. El aumento de las concentraciones de patógenos a lo largo del tiempo puede elevar drásticamente el riesgo de enfermedad y desencadenar brotes de enfermedades transmitidas por el agua. Muchas personas pueden enfermarse antes de que se descubra la contaminación microbiológica. Por estas razones, incluso si se realizan con frecuencia, no se puede confiar en los análisis del producto final para garantizar la pureza microbiológica del agua potable. Es fundamental gestionar la inocuidad microbiológica del agua potable.

Determinar los posibles peligros que puede encontrar el sistema. Establecer qué controles son necesarios para disminuir o eliminar los riesgos. supervisión operativa para garantizar que los obstáculos del sistema funcionan según lo previsto. Crear planes de gestión que especifiquen lo que hay que hacer en caso de incidente y en condiciones normales. Un PSA consta de estos tres elementos. Si no se garantiza la seguridad del agua, la comunidad puede ser vulnerable a epidemias de enfermedades intestinales y otras enfermedades infecciosas. “Es particularmente importante evitar los brotes de enfermedades transmitidas por el agua de consumo, dada su capacidad de infectar simultáneamente a un gran número de personas y potencialmente, a una gran proporción de la comunidad” (Fuentes, 2007).

Los principales parámetros bacteriológicos son:

La bacteria *Escherichia coli*, y el grupo coliforme en su conjunto: “son los organismos más comúnmente utilizados como indicadores de contaminación fecal. Los microorganismos bacterianos conocidos como bacterias coliformes son capaces de fermentar la lactosa y la glucosa” (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001). Los Estreptococos fecales y Clostridium son organismos adicionales que se utilizan como indicadores de contaminación fecal. Estos organismos finales son organismos anaerobios formadores de esporas. En ausencia de coliformes, la presencia de esporas, que son formas de bacterias resistentes de larga duración, indica una contaminación previa (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

Aunque muchas operaciones industriales no necesitan la presencia de microorganismos, el sector alimentario sí requiere agua de calidad potable. El término "sustancias pirogénicas" se refiere a los compuestos que se producen cuando se destruyen bacterias. Estas sustancias químicas son especialmente importantes cuando se trata del agua utilizada en el sector farmacéutico para producir inyectables. "Los microorganismos también pueden dar lugar a la formación de limos, especialmente en los circuitos cerrados de refrigeración, según el destino del agua, la eliminación de bacterias se realiza por filtración, tratamiento biológico, esterilización por luz ultravioleta, cloración u ozonización" (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001)

Coliformes totales: Cuando hay una gran cantidad de sales biliares, puede crecer una variedad de aerobios y anaerobios facultativos, así como bacterias Gram negativas y no embrionarias. Estas bacterias pueden fermentar la lactosa y producir gas, ácido o aldehído en menos de un día a una temperatura de 35 a 37 °C (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

La gran cantidad de coliformes son introducidos por los desechos humanos y animales al medio ambiente. "Debido a esto, comúnmente se asume que la mayoría de los coliformes que se ven en el medio ambiente son de origen fecal, aun así, existen varios coliformes de vida libre". (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

Coliformes fecales: "son organismos microscópicos que se propagan a través de excreciones y tienen una estructura parecida a la de la bacteria común *Escherichia coli*. Exhiben un crecimiento selectivo a 44,5 °C durante un período de incubación de 48 horas" (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

La bacteria conocida como *Escherichia* normalmente se puede encontrar tanto en los intestinos humanos como en los animales. "Hay varios tipos de *Escherichia*; algunos no hacen daño en circunstancias normales, mientras que otros pueden incluso causar la muerte". (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

Bacterias mesófilas heterótrofas viables: "son indicadoras de los niveles de higiene y estiman la densidad de bacterias heterótrofas viables, aerobias facultativas y anaerobias facultativas que pueden crecer en condiciones de nutrición, temperatura y tiempo de incubación a 35 °C durante 48 horas" (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001). A esta temperatura de incubación, la microbiota bacteriana presente en ese momento puede desarrollarse de manera uniforme. "Así como un recuento total superior a 100 por mL debe avisar de la presencia de una contaminación bacteriana extraña al ecosistema, un recuento inferior o inferior a 100 por mL indica agua de buena calidad para consumo humano" (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

Organismos de vida libre: Hongos, algas, protozoos, nematodos, caracoles y otros organismos son ejemplos de especies de vida libre. Debido a que emiten toxinas o albergan ciertas bacterias causantes de enfermedades, varios de estos organismos son preocupantes para la salud pública. “Los problemas más frecuentes con estos organismos son la interferencia con el funcionamiento de las plantas o la producción de turbidez, color, olor o sabor en el efluente final de la planta” (Ashbolt, Grabow y Snozzi, 2001).

2.2.4. Calidad fisicoquímica del agua

La composición física y química del agua viene determinada por los componentes químicos solubles e insolubles que contiene, que pueden proceder de fuentes manufacturadas o naturales.

Las propiedades físicas del agua, que a veces se denominan propiedades estéticas porque afectan a los sentidos (vista, olfato, etc.), influyen directamente en su aceptabilidad y sus cualidades estéticas. Se consideran importantes las siguientes:

Sabor y olor:

Según Barnechea (2008), “el sabor y el olor del agua son propiedades organolépticas determinadas subjetivamente para las cuales no existen instrumentos de observación, registro o medición.” Tienen un claro interés en el agua potable destinada al uso humano. Con más de 450 ppm de SO_4 , el agua adquiere un sabor amargo y ambarino. El sabor del agua comienza a cambiar después de 300 ppm de Cl^- . Obtiene un sabor fuerte del CO_2 libre. Trazas de fenoles u otros compuestos orgánicos le dan un color y sabor desagradable.

Color:

Según Barnechea (2008), es la capacidad de absorber rayos de luz visible específicos. Aunque los colores específicos en las aguas naturales pueden servir como indicadores de la presencia de contaminantes específicos, ningún componente puede atribuirse exclusivamente a estos colores. El agua pura es azul solo en extensiones muy grandes. Por lo general, muestra tonos provocados por materiales orgánicos que se encuentran en los tejidos de las plantas, como el tono ámbar causado por los ácidos hialurónicos. La presencia de hierro puede impartir un tinte oxidado y la presencia de manganeso puede impartir un color oscuro. El tono puede indicar un colorante potencial de algunos productos cuando se usan como material de procesamiento y un agente espumante potencial cuando se usan en calderas, todos los cuales tienen un impacto estético en la potabilidad del agua.

Turbidez:

Según Barnechea (2008), “la dificultad del agua para transmitir la luz como resultado de materiales suspendidos o muy delgados que prevalecen principalmente en aguas poco profundas se conoce como turbidez”. Pueden dejar depósitos en la maquinaria de procesamiento, las tuberías de agua y otras superficies, y son difíciles de decantar y filtrar. Además, obstruyen la mayoría de los procesos que utilizan agua.

Conductividad:

Según Barnechea (2008), “la escala de conductividad eléctrica mide la capacidad del agua para transportar electricidad”. Es una indicación de la cantidad total de material ionizable en el agua. Como resultado del movimiento de los iones de las impurezas existentes, el agua limpia contribuye muy poco a la conductividad. La medida que refleja fielmente la conductividad se llama resistividad. El instrumento que se utiliza se llama "medidor de conductividad", y su base es una medición eléctrica de la resistencia eléctrica entre las mitades opuestas de un prisma rectangular.

pH

Según Barnechea (2008), “la escala de pH mide la cantidad de iones de hidrógeno presentes, definido como $\text{pH} = -\log [\text{aH}^+]$, es una medida de cuán ácida o alcalina es la naturaleza de la solución, lo que puede tener impacto en ciertos usos del agua”. La mayoría de las aguas naturales tienen un pH entre 6 y 8. Es sencillo medir su pH utilizando un pechímetro de bien calibrado, pero también es posible acceder a papeles especiales cuyo color indica el pH. Los valores de pH deben compararse con la temperatura de medición porque fluctúan con ella. El pH se corrige mediante neutralización.

Dureza:

Según Barnechea (2008), “La dureza es una medida de la capacidad de una solución acuosa para formar incrustaciones, ya que tiene en cuenta las sales de calcio y magnesio disueltas”. Como es la principal causa de depósitos e incrustaciones en calderas, intercambiadores de calor, tuberías y otros elementos calientes, afecta tanto a los sistemas de agua residenciales como a los comerciales. Por otra parte, el agua extremadamente blanda es dura y puede no ser aconsejable beberla.

Alcalinidad:

La capacidad del agua para neutralizar ácidos o captar protones se conoce como alcalinidad. Se emplea como indicador de estas especies iónicas, ya que la alcalinidad de

las aguas superficiales viene determinada por la abundancia de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos en el agua.

La alcalinidad también puede estar causada por una serie de sustancias insalubres, como fosfatos, sílice, nitratos y boratos. Los iones positivos de calcio, magnesio, potasio, sodio y otros cationes se mezclan o enlazan frecuentemente con estos iones negativos en solución. El bicarbonato es la forma química que contribuye principalmente a la alcalinidad. “Este tipo de ionización y oxidación del hidrógeno es especialmente importante cuando se producen vertidos industriales en las masas acuáticas o cuando las algas muestran una actividad fotosintética considerable” (Barnechea, 2008).

Carbonatos y bicarbonatos:

Las rocas que contienen carbonatos, como la caliza, se evaporan y disuelven, liberando carbonatos y bicarbonatos que están presentes en el agua dulce natural.

Aunque la caliza se disuelve lentamente en agua limpia, la roca se disuelve más fácilmente en agua con CO₂ disuelto. Cuando el CO₂ y el agua se mezclan, se crea ácido carbónico en pequeñas cantidades. Este ácido disuelve las rocas carbonatadas del océano y eleva el pH del agua (Barnechea, 2008).

Sólidos disueltos:

La cantidad de desechos que se disuelven en el agua se mide por su salinidad total, que se establece por la evaporación de un volumen de agua previamente filtrada. Los disolventes pueden tener origen orgánico o inorgánico y pueden producirse tanto en aguas subterráneas como superficiales. Aunque se ha establecido un valor máximo deseable de 500 ppm para agua potable, el valor de los sólidos eliminados por sí solo es insuficiente para determinar la bondad del agua. Las altas concentraciones de solventes utilizadas en entornos industriales pueden generar preocupaciones debido a la posible interferencia con los procesos de fabricación. “Existen numerosos métodos de tratamiento diferentes según la composición, incluida la precipitación, el intercambio iónico, la destilación, la electrodiálisis y la ósmosis inversa” (Barnechea, 2008).

Sólidos totales:

“Los sólidos totales son la suma de los sólidos disueltos y de los sólidos en suspensión”.
(Barnechea, 2008).

Cloro residual:

La combinación de hipoclorito y ácido hipocloroso que constituye el cloro residual del agua potable varía en concentración en función del pH. Cuando el cloro se combina con

amoníaco (cloraminas), el cloro residual que queda tiene menos poder antibacteriano que el cloro libre. El cloro residual es el total de los dos.

El cloro se constituye como el desinfectante del agua para consumo más comúnmente utilizado en el mundo, esto a su fácil acceso y también a su carácter carbónico oxidante, que actúa como principal destructor de bacterias y numerosos microorganismos que provocan malos sabores; por tanto, el cloro resulta importante para lograr la inocuidad del agua (Barnechea, 2008).

Unas concentraciones bajas de cloro residual en las redes de distribución de las instalaciones de tratamiento del agua a los clientes finales son cruciales para garantizar que el agua ha sido suficientemente desinfectada. No obstante, es importante recordar que la falta de cloro residual no siempre significa que haya contaminantes microbiológicos presentes.

2.2.5. La Contaminación del agua

“Las heces de animales y/o humanos siguen siendo factores de riesgo para la contaminación del agua provocando diversas enfermedades en la salud de la población” (Aurazo, 2004). En este sentido, en la presente investigación y en base a la bibliografía consultada, en el distrito de Pardo Miguel se identificaron las siguientes causas por las que las aguas podrían contaminarse:

Contaminación por actividades humanas

“Los contaminantes más comunes que dañan los ecosistemas de los cuerpos de agua, incluidos ríos, lagos, manglares y lagunas, incluyen detergentes domésticos, productos químicos vertidos a fuentes de ríos, lagos, lagunas, manantiales y océanos” (Aurazo, 2004). Estas actividades se realizan en el río dado que en algunos lugares es la única fuente de la cual se abastece la población.

Contaminación por actividades agrícolas

Las masas de agua están siendo contaminadas por el uso generalizado de productos químicos agrícolas en todas las operaciones agrícolas, incluidos pesticidas, herbicidas e insecticidas. Después de su uso, estos elementos químicos aumentan las sales del suelo, lo que lleva al empobrecimiento del suelo causada por un aumento del pH. (Contreras, 2013).

Contaminación natural

Contaminación natural se refiere a toda acción producida sin la intervención humana; es decir son alteraciones del hábitat producidos por acción de la naturaleza como inundaciones, riadas, desprendimientos, avalanchas y flujos de lodo producto del cambio climático o actividades (ANA, 2016). Además, se demuestra que la ausencia de agua generalmente se debe a que los ríos se secan y los lagos llenos de agua se vuelven más pequeños (Peña, 2012).

2.2.6. Situación actual del proyecto de saneamiento básico en el distrito de Pardo Miguel

Según Res. Directoral N.º 107-2022-VIVIENDA-DGAA, el 02 de diciembre del 2022 Se ha aprobado la herramienta de gestión medioambiental del proceso de eliminación progresiva (IGAPAP) del proyecto “*Mejoramiento, ampliación del sistema de agua potable y alcantarillado en la localidad de Naranjos, distrito de Pardo Miguel - Rioja – San Martín, con código CUI N° 2030757 y SNIP: 31006, de acuerdo al informe N° 190-2022-VIVIENDA-VMCS-DGAA-DEIA*”, - municipalidad distrital de Pardo Miguel.

El proyecto tuvo un plazo de implementación del Instrumento de Gestión Ambiental de 18 meses, contados a partir de la fecha de su aprobación. Sin embargo, en la práctica estos procesos no se vienen dando por lo que el Consejo Municipal del Distrito de Pardo Miguel Naranjos, ha declarado en estado de emergencia el servicio de agua y alcantarillado de toda su jurisdicción. Este acuerdo de Concejo aprobado por unanimidad es debido a la situación de emergencia, de este servicio, que es cada vez más difícil en este distrito. Por su parte el alcalde ha manifestado que vienen gestionando ante el ministerio de vivienda el presupuesto para ejecutar el proyecto de saneamiento, el cual actualmente es el mayor problema que afronta el distrito.

2.3. Definición de términos

Agua:

Un volumen de oxígeno y dos de hidrógeno se combinan para formar un cuerpo incoloro, insípido y verdoso en grandes cantidades. “También refracta la luz, disuelve diversas sustancias, se solidifica con el frío y se evapora con el calor, y es puro en su mayor parte. También forma la lluvia, los manantiales y los mares” (Catalán, 1975).

Agua potable:

“Según el código alimentario español, agua potable será aquella cuyas condiciones físicas y químicas y caracteres microbiológicos no sobrepasan ninguno de los límites establecidos como máximo o tolerantes” (Naciones Unidas, 1990).

Calidad del agua:

“Es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud” (FAO 1993).

Calidad bacteriológica del agua:

“Conjunto de propiedades y características que constituyen a la protección de la salud de la población contra riesgos de origen bacteriano en el agua para el uso y consumo humano mediante el proceso de desinfección” (Organización Mundial de la Salud, 2006).

Fuentes de agua:

Las principales fuentes de abastecimiento son las aguas subterráneas y las superficiales. El agua de lluvia también puede ser una fuente valiosa a tener en cuenta siempre que no esté contaminada por aerosoles procedentes de prácticas agrícolas intensivas. “En caso de que no exista otra alternativa su aprovechamiento para diferentes usos es una buena práctica sobre todo en el sentido ambiental y económico” (Lampoglia et al. 2008).

Límite Máximo Permisible (LMP):

“Son los valores máximos admisibles de los parámetros representativos de la calidad del agua” (DIGESA, 2011).

Sistema de abastecimiento de agua para consumo humano:

“Conjunto de componentes hidráulicos e instalaciones físicas que son acciones por procesos operativos, administrativos y equipos necesarios desde la captación hasta el suministro del agua” (DIGESA, 2010).

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

3.1.1. Contexto de la investigación

Ciudad de Naranjos, distrito de Pardo Miguel, provincia de Rioja, región San Martín.

3.1.2. Periodo de ejecución

Del 24-05-2021 al 23-01-2022

3.1.3. Autorizaciones y permisos

Resolución N° 138-2021-UNSM/CFT/FE

3.1.4. Control ambiental y protocolos de bioseguridad

Las herramientas y sustancias utilizadas en el estudio no encajaban en ninguna de las categorías que las habrían considerado peligrosas: corrosivas, explosivas, venenosas, combustibles o biológicamente contagiosas. Por lo tanto, no hubo peligro de ningún tipo durante el desarrollo del proyecto.

3.1.5. Aplicación de principios éticos internacionales

Así pues, se declara que se han respetado las directrices de conducta ética en la investigación durante todo el desarrollo del proyecto.

3.2. Sistema de variables

Variable independiente 1: Calidad Microbiológica del agua

Variable Independiente 2: Calidad fisicoquímica del agua

3.3. Procedimientos de la investigación

3.3.1. Evaluar los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano

- Se tomaron muestras de agua en tres partes distintas de la ciudad utilizando el método de muestreo estadístico. Cada quince días, se recogieron tres muestras de un litro de agua doméstica seleccionadas al azar.
- Las muestras se enviaron a un laboratorio para su examen microbiológico de conformidad con el D.S. 031 - 2010 S.A.

- Las muestras de agua se transportaron al laboratorio en una nevera que contenía paquetes de gel refrigerante, lo que evitó daños en las muestras y garantizó un rango de temperatura de 4 a 10 °C.
- El laboratorio de Anaquímicos Servicios Generales E.I.R.L. realizó el análisis microbiológico.
- Tras recibir el informe del laboratorio, tabulamos los datos en Ms. Excel para crear tablas estadísticas.

3.3.2. Evaluar las cualidades fisicoquímicas del agua para el consumo humano

- Cada quince días, se tomaron al azar tres muestras de un litro de agua de los hogares y se enviaron al laboratorio para su examen fisicoquímico de conformidad con las directrices del D.S. 031 - 2010. S.A.
- Para garantizar que la temperatura de las muestras se mantuviera entre 4 y 10 °C durante el transporte, las tres muestras se colocaron en una nevera equipada con paquetes de gel refrigerante.
- El análisis fisicoquímico se desarrolló en el laboratorio de Anaquímicos servicios generales E.I.R.L.
- Con el reporte de laboratorio se procedió a tabular los datos en Ms. Excel, para la elaboración de tablas estadísticas

3.2.3. Determinar la calidad del agua para consumo humano.

Después de obtener los resultados de la investigación se procedió a comparar con los LMP según el DS 031-2010 DIGESA. Si los resultados de laboratorio arrojan cantidades que sobrepasan dichos límites, entonces el agua no será apta para consumo humano.

CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Evaluación de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano

Tabla 1

Resultados del primer análisis de los parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado
Bacterias heterotróficas	UFC/100ml	500	4158
Coliformes totales	UFC/100ml	0	87
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml	0	18
Escherichia Coli	UFC/100ml	0	0

El estudio inicial de los parámetros microbiológicos se presenta en la Tabla 1, que demuestra que los LMP son superados por coliformes totales, coliformes termotolerantes y bacterias heterótrofas.

Tabla 2

Resultados del segundo análisis de los parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado
Bacterias heterotróficas	UFC/100ml	500	4500
Coliformes totales	UFC/100ml	0	45
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml	0	10
Escherichia Coli	UFC/100ml	0	0

Los resultados del segundo examen de los parámetros microbiológicos se muestran en la Tabla 2, que demuestra que los coliformes totales, los coliformes termotolerantes y las bacterias heterótrofas superan el LMP.

Tabla 3

Resultados del tercer análisis de los parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado
Bacterias heterotróficas	UFC/100ml	500	3850
Coliformes totales	UFC/100ml	0	58
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml	0	12
Escherichia Coli	UFC/100ml	0	0

Los resultados del tercer estudio de los parámetros microbiológicos se muestran en la Tabla 3, que demuestra que los coliformes totales, los coliformes termotolerantes y las bacterias heterótrofas superan el LMP.

Tabla 4

Medidas estadísticas para las bacterias heterotróficas

Estadígrafo	Resultado
Media	4169,33
Desviación estándar	325,15
Coefficiente de variación	7,80%

Según la tabla 4, en promedio se encontraron 4169,33 UFC/100ml de bacterias heterotróficas, con una variación de más menos 325,15 UFC/100ml respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 5

Medidas estadísticas para los coliformes totales

Estadígrafo	Resultado
Media	13,33
Desviación estándar	4,16
Coefficiente de variación	31,22%

Según la tabla 5, en promedio se encontraron 13,33 UFC/100ml de coliformes totales, con una variación de más menos 4,16 UFC/100ml respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera heterogénea según el coeficiente de variación; es decir, hay días que los coliformes totales se incrementan más del rango establecido por la variación.

Tabla 6

Medidas estadísticas para los coliformes termotolerantes

Estadígrafo	Resultado
Media	63,33
Desviación estándar	21,50
Coefficiente de variación	33,96%

Según la tabla 6, en promedio se encontraron 63,33 UFC/100ml de coliformes termotolerantes, con una variación de más menos 21,50 UFC/100ml respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera heterogénea según el coeficiente de variación; es decir, hay días que los coliformes termotolerantes se incrementan más del rango establecido por la variación.

Análisis y discusión:

Analizando los resultados de las 3 primeras tablas, se encuentra similitud con los hallazgos de Aguilar y Navarro (2018). Además, se infiere que la presencia de bacterias, parásitos y otros contaminantes en el agua generalmente es causada por cambios en el medio ambiente, avance urbanístico sin control, ocupación de áreas anteriormente deshabitadas y eliminación inadecuada de desechos humanos y animales. Es evidente que los cambios provocados por la actividad humana tienen un impacto inmediato en el medio ambiente y, por extensión, en los recursos hídricos. Las heces animales y la eliminación inadecuada de aguas residuales, por ejemplo, repercuten negativamente en la calidad microbiológica de las fuentes de agua en la agricultura. Debido a que el agua sirve como vehículo con un alto potencial para infectar a una parte significativa de la población al mismo tiempo, no hay ninguna garantía en cuanto a la seguridad del recurso hídrico en la comunidad de Naranjos, y existe el riesgo de que se produzcan brotes de enfermedades relacionadas con el agua. Esto se debe a que, según Lara y García (2020), existe la posibilidad de que se manifiesten eventos relacionados con enfermedades dependiendo de la fuente del agua que ingresa a las casas, la frecuencia con la que lo hace, la frecuencia con la que drena directamente al alcantarillado y otros factores relacionados con el saneamiento básico.

En cuanto a los estadígrafos, se presentan grandes variaciones en cuanto a la presencia de coliformes totales y coliformes termotolerantes, lo cual hace suponer que no existe un control por parte de las autoridades, dado que se están realizando algunas actividades de pastoreo de manera intermitente sobre todo en lo que respecta a la ganadería.

4.2. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos del agua para consumo humano

Tabla 7

Resultados del primer análisis de los parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado
Turbiedad	NTU	5,0	12,9
Color	UCV	15	14
Conductividad	uS/cm	1500	160
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000	85
pH	---	6,5 – 8,5	7,85
Cloruros	mg/L	250	10
Sulfatos	mg/L	250	7
Hierro	mg/L	0,30	0,19
Manganeso	mg/L	0,40	0,004

En la tabla 7 se presentan los resultados del primer análisis de los parámetros fisicoquímicos, observándose que tanto la turbiedad como el color, sobrepasan los LMP. Los demás parámetros no superan dichos límites.

Tabla 8

Resultados del segundo análisis de los parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado
Turbiedad	NTU	5,0	8,27
Color	UCV	15	18
Conductividad	uS/cm	1500	160
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000	85
pH	---	6,5 – 8,5	7,82
Cloruros	mg/L	250	12
Sulfatos	mg/L	250	5
Hierro	mg/L	0,30	0,185
Manganeso	mg/L	0,40	0,005

En la tabla 8 se presentan los resultados del segundo análisis de los parámetros fisicoquímicos, observándose que tanto la turbiedad como el color, sobrepasan los LMP. Los demás parámetros no superan dichos límites.

Tabla 9*Resultados del tercer análisis de los parámetros fisicoquímicos*

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado
Turbiedad	NTU	5,0	7,25
Color	UCV	15	16
Conductividad	uS/cm	1500	177
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000	87
pH	---	6,5 – 8.5	7,62
Cloruros	mg/L	250	8
Sulfatos	mg/L	250	3
Hierro	mg/L	0,30	0,164
Manganeso	mg/L	0,40	0,004

En la tabla 9 se presentan los resultados del tercer análisis de los parámetros fisicoquímicos, observándose que tanto la turbiedad como el color, sobrepasan los LMP. Los demás parámetros no superan dichos límites.

Tabla 10*Medidas estadísticas para la turbiedad*

Estadígrafo	Resultado
Media	9,47
Desviación estándar	3,01
Coefficiente de variación	31,78%

Según la tabla 10, en promedio se encontraron 9,47 NTU de turbiedad, con una variación de más menos 3,01 UTN respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera heterogénea según el coeficiente de variación; es decir, hay días que la turbiedad se incrementa más del rango establecido por la variación.

Tabla 11*Medidas estadísticas para el color*

Estadígrafo	Resultado
Media	16,00
Desviación estándar	2,00
Coefficiente de variación	12,5%

Según la tabla 11, en promedio se encontraron 16 UCV de color en el agua, con una variación de más menos 2 UCV respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 12

Medidas estadísticas para la conductividad

Estadígrafo	Resultado
Media	165,67
Desviación estándar	9,81
Coeficiente de variación	5,92%

Según la tabla 12, en promedio se encontraron 165,67 uS/cm de conductividad, con una variación de más menos 9,81 uS/cm respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 13

Medidas estadísticas para los sólidos totales disueltos

Estadígrafo	Resultado
Media	85,67
Desviación estándar	1,15
Coeficiente de variación	1,35%

Según la tabla 13, en promedio se encontraron 85,67 mg/L de sólidos totales disueltos, con una variación de más menos 1,15 mg/L respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 14

Medidas estadísticas para el pH

Estadígrafo	Resultado
Media	7,76
Desviación estándar	0,12
Coeficiente de variación	1,61%

Según la tabla 14, en promedio el pH fue 7,76, con una variación de más menos 0,12 respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 15*Medidas estadísticas para los cloruros*

Estadígrafo	Resultado
Media	10,00
Desviación estándar	2,00
Coefficiente de variación	20%

Según la tabla 15, en promedio se encontraron 10 mg/L de cloruros, con una variación de más menos 2 mg/L respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 16*Medidas estadísticas para los sulfatos*

Estadígrafo	Resultado
Media	5,00
Desviación estándar	2,00
Coefficiente de variación	40%

Según la tabla 16, en promedio se encontraron 5 mg/L de sulfatos, con una variación de más menos 2 mg/L respecto ha dicho promedio, siendo el comportamiento de manera heterogénea según el coeficiente de variación; es decir, hay días que los sulfatos se incrementan más del rango establecido por la variación

Tabla 17*Medidas estadísticas para el hierro*

Estadígrafo	Resultado
Media	0,18
Desviación estándar	0,01
Coefficiente de variación	7.68%

Según la tabla 17, en promedio se encontraron 0,18 mg/L de hierro, con una variación de más menos 0,01 mg/L respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación

Tabla 18*Medidas estadísticas para el magnesio*

Estadígrafo	Resultado
Media	0,004
Desviación estándar	0,0006
Coefficiente de variación	13,32%

Según la tabla 13, en promedio se encontraron 0,004 mg/L de magnesio con una variación de más menos 0,0006 mg/L respecto a dicho promedio, siendo el comportamiento de manera homogénea según el coeficiente de variación.

Análisis y discusión:

La turbidez es un reflejo de la cantidad de sustancias coloidales, minerales u orgánicas en el agua y puede ser un signo de contaminación. Una turbidez elevada también puede favorecer el desarrollo de gérmenes y proteger a los microbios de los efectos de la descontaminación. Como tal, la turbidez en el agua presenta un riesgo para la salud humana debido a la contaminación bacteriana. La investigación de Torres (2020), que encontró que “la turbidez, los coliformes totales, los coliformes fecales y otros parámetros excedían los límites máximos permisibles del reglamento de calidad del agua para consumo humano D.S. N°031-2010/SA, apoya esta afirmación”. También llegó a la conclusión de que la turbidez, los coliformes totales y los coliformes fecales se veían alterados significativamente por las precipitaciones. Además, se determinó que las precipitaciones alteraban significativamente la turbidez del análisis de dispersión cuando se utilizaba como técnica de predicción, lo cual también se observó en la localidad de Naranjos, donde la turbidez del agua tiende a incrementarse en épocas de lluvias. Por su parte, el color también supera el límite máximo permisible, la explicación concuerda con lo manifestado por Torres (2020), significando la presencia de sustancias disueltas y las partículas en suspensión, a la presencia de materiales naturales, como algunos metales o sustancias higroscópicas. Dado que la presencia de material natural orgánico en el agua supone un riesgo para la salud humana, la medición del color es crucial para comprender la cantidad de este material presente en el agua.

4.3. Determinación de la calidad del agua para consumo humano.

Tabla 19

Calidad del agua en cuanto a los parámetros microbiológicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado promedio	Observación
Bacterias heterotróficas	UFC/100ml	500	4169,33	Excede el LMP
Coliformes totales	UFC/100ml	0	63,33	Excede el LMP
Coliformes termotolerantes	UFC/100ml	0	13,33	Excede el LMP
Escherichia Coli	UFC/100ml	0	0	No excede el LMP

Según los resultados de la tabla 19, se evidencia que, respecto a los parámetros microbiológicos, el agua no es apta para consumo humano dado que excede los LMP; por tanto, el agua es de mala calidad.

Tabla 20

Calidad del agua en cuanto a los parámetros fisicoquímicos

Parámetros	Unidad	LMP	Resultado promedio	Observación
Turbiedad	NTU	5.0	9,47	Excede el LMP
Color	UCV	15	16,00	Excede el LMP
Conductividad	uS/cm	1500	165,67	No excede el LMP
Sólidos totales disueltos	mg/L	1000	85,67	No excede el LMP
pH	---	6,5 – 8,5	7,76	No excede el LMP
Cloruros	mg/L	250	10,00	No excede el LMP
Sulfatos	mg/L	250	5,00	No excede el LMP
Hierro	mg/L	0.30	0,18	No excede el LMP
Manganeso	mg/L	0.40	0,004	No excede el LMP

Según los resultados de la tabla 20, se evidencia que, respecto a los parámetros fisicoquímicos, el agua no es apta para consumo humano dado que la turbiedad y el color exceden los LMP; por tanto, el agua es de mala calidad.

Análisis y discusión:

En base a los datos recopilados y expuestos en las Tablas 19 y 20, se puede afirmar que el agua de la zona de Naranjos no es apta para el consumo humano debido a que se superan los LMP establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua para Consumo

Humano-DS N° 031-2010-SA en coliformes totales, coliformes termotolerantes, bacterias heterotróficas, turbidez y color. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Vargas, Calle, Ocaña y Garay (2019), quienes en su estudio realizado en el sector Fila Alta-Jaén-Cajamarca, indican que “un total de 31,66 % para coliformes totales, 13,59 % para coliformes termotolerantes y 54,75 % para bacterias heterotróficas, superando los LMP de parámetros microbiológicos de agua de consumo humano”. Similares resultados fueron encontrados por Olden y Villegas (2019) en el caserío de Chamaya y Aguilar y Navarro (2018) en la comunidad de Llañucancho.

CONCLUSIONES

Respecto a la evaluación de los parámetros microbiológicos del agua para consumo humano, se concluye que en promedio los coliformes totales eran 63,33 UFC/100ml, los coliformes termotolerantes 13,33 UFC/100ml y las bacterias heterotróficas 4169,33 UFC/100ml, superando en los tres casos los LMP.

Realizado el estudio de parámetros fisicoquímicos del agua para su consumo humano, se concluye que en promedio la turbiedad fue 9,47 NTU y el color 16 UCV, superando en ambos casos los LMP. Los demás parámetros evaluados como la conductividad, sólidos totales disueltos, pH, cloruros, sulfatos, hierro y manganeso se encuentran bajo control.

En cuanto a la calidad del agua para consumo humano en la localidad de Naranjos, se concluye que no ésta en buenas condiciones; por tanto, no es apta para su consumo directo, dado que los coliformes totales, los coliformes termotolerantes, las bacterias heterotróficas, la turbiedad y el color exceden los LMP establecidos por el DS N° 031-2010-SA.

RECOMENDACIONES

A las autoridades del gobierno local gestionar la construcción de la captación Manantial Corazón de Jesús, ubicada entre las coordenadas UTM (E: 219820 m; N: 9360824 m) a una altura de 1092 msnm y 6.32 kilómetros de la Localidad de Naranjos. La captación cuenta con acreditación de disponibilidad hídrica emitida por el ANA y un caudal máximo diario de 62,41 l/s. beneficiando a los barrios de Miraflores, Los Ángeles, Centro, Libertad y Sector Tres de Mayo.

A las autoridades locales realizar mejoras en la captación Atahualpa, ubicada a una cota de 995.50 msnm y a dos kilómetros de Barrios Altos, este trabajo fue construido para la captación de agua de la fuente "Manantial La Huangana", la cual tiene un caudal mediano de 53.09 l/seg. Con lo cual se prevé realizar 684 conexiones de agua.

A las autoridades de salud, implementar programas preventivos para el cuidado de la salud dado que el consumo de agua produce daños en la salud sobre todo de niños y ancianos quienes son los principales perjudicados dada la mala calidad del agua que consumen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar y Navarro (2018). *Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay* (tesis). Universidad Tecnológica de los Andes.
- ANA (2016). *Estrategia nacional para el mejoramiento de la calidad de los recursos hídricos*. <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/210>
- Ashbolt, Grabow y Snozzi (2001). Indicators of microbial water quality. En: Fewtrell L, Bartram J, (eds.) *Water quality: Guidelines, standards and health*. Londres (Reino Unido), IWA Publishing
- Aurazo, G. (2004). *La Contaminación en el centro del país. Tambo – Huancayo*. Universidad Agraria de la Selva
- Barnechea, M (2008). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua*. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>.
- Bates, B; Kundzewicz, Z; Wu, S y Palutikof, J (2008). *El cambio climático y el agua*, Ginebra: Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, Secretaría del IPCC
- Catalán, J (1975). *Diccionario Técnico del Agua*. Madrid España: SE.
- Cruz, J. et al (2013). *Actitudes, consumo de agua y sistema de tarifas del servicio de abastecimiento de agua potable*. Polis Revista Latinoamericana, pp. 1-34.
- Contreras, L (2013). “*Contaminación de Aguas Superficiales por Residuos de Plaguicida en Venezuela y otros países de Latinoamérica*”. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=37028958001>
- DIGESA. “Dirección General de Salud Ambiental”. En *Decreto Supremo N° 031-2010*. Lima – Perú, 2011
- Escolero, O; Kralisch, S; Martínez, E y Perevochtchikova, M (2016). *Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las fuentes de abastecimiento de agua potable a la ciudad de México*. Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana, pp. 409-427.
- Estrada, G y Vidal, C (2021). *Determinación de calidad de agua para el consumo humano aplicando la metodología de revisión sistemática y metaanálisis en tesis universitarias* (tesis). Universidad Norbert Wiener
- Fernández M y Fernández O. (2007). “*Evaluación de la calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua subterránea en pozos criollos del Municipio de Moa*”. Rev. de Minería y Geología.

- Fuentes, A (2007). *Calidad microbiológica del agua de consumo humano*. México, 2007.
- Guerrero, M. et al (2018). *El código de aguas del modelo neoliberal y conflictos sociales por agua en Chile: Relaciones, cambios y desafíos*. Agua y Territorio, pp. 97-108.
- Guevara, R (2019). *Determinación físico-química del agua potable que se consume en el campus universitario de la Universidad Nacional de Trujillo - Departamento La Libertad- Perú*. Universidad Nacional de Trujillo
- Hernández et al. (2014). *“Metodología de la Investigación”*. México: McGraw-Hill, 2014
- Lampoglia et. al. (2008). *Orientaciones sobre agua y saneamiento para zonas rurales*. Organización Panamericana de la Salud
- Lara, H y García, E (2020). *Prevalencia de enfermedades asociadas al uso de agua contaminada en el Valle del Mezquital*. Entreciencias 7(21): 91-106. Dic. 2019 - Mar. 2020 ISSN: 2007-8064. <http://revistas.unam.mx/index.php/entreciencias>
- Ministerio de Salud del Perú (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Perú: Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental.
- Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Gestión de la calidad del agua*, 1993
- Organización Mundial de la Salud (2011). *Guidelines for Drinking-water Quality*. http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf.
- Oliden, M y Villegas, G (2019). *Parámetros organolépticos y microbiológicos de la calidad del agua de consumo humano, de la población del caserío Chamaya Pueblo, provincia Jaén – Cajamarca*. Universidad Nacional de Jaén
- Orellana J (2005). *Ingeniería Sanitaria*. 3rd ed. Universidad Tecnológica Nacional.
- Organización Mundial de la Salud. (2010). *Manual de bioseguridad en el laboratorio* (Tercera edición). Ginebra, Suiza.
- Paredes, D (2014). *“Estudio del efecto antibacteriano de nanopartículas de plata sobre Escherichia coli y Staphylococcus aureus” (tesis)*. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ciencia, escuela de química. Bucaramanga, Colombia.
- Peña, F. (2012). *Las aguas subterráneas en el Perú*. F. Peña Laureano ed. <https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/5/browse?type=subject&or der=ASC&rpp=20&value=Aguas+subterráneas>
- Quadros, F (2018). *El poder público y las compañías de abastecimiento de agua en la Provincia de Rio Grande do Sul, Brasil (1822-1889)*. Agua y Territorio, pp. 22-33
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S.061-2010-SA
- Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N°031-2010-SA.
- Romero J (2010). *Calidad del agua*. Escuela Colombiana de Ingeniería. Edit. San Cristóbal

- Torres, J (2020). *Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en el centro poblado de Pomalca, distrito de Soritor – Moyobamba* (tesis). Universidad Nacional de San Martín.
- Valentin, L y F. Hernández (2018). *Las políticas públicas de abastecimiento de agua potable y saneamiento para la localidad de Escalerillas, San Luis Potosí – México: escenarios y percepción ciudadana*. Agua y Territorio, pp. 137-152.
- Vargas, M; Calle, N; Ocaña, C y Garay, J (2019). “*Calidad microbiológica del agua de consumo humano del sector Fila alta-Jaén, 2019*” (tesis). Universidad Nacional de Jaén
- Vásquez, S (2021). *Calidad del agua para consumo humano y percepción de la población de gallito, distrito de Fernando Lores - región Loreto 2020*. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Wu, F; Bai, Y; Zhang, Y y Li, Z (2017). *Balancing water demand for the Heihe River Basin in Northwest China*. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, pp. 178-184.

ANEXOS

Anexo 1.



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL
RUC: 20572240372

INFORME DE ENSAYO N° 022-2023/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : JEFERSON RAÚL BENAVIDES MEDINA
PROYECTO : "Calidad Microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel"
ESTACIÓN : AC- 1 (Red de Distribución – Vivienda)
TIPO DE MUESTRA : Agua de Red.
COORDENADAS : X 0237358 - Y 9356455 en el distrito de Pardo Miguel
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30-09-2021.
HORA TOMA DE MUESTRA : 10:20 a.m
MUESTREADO POR :SOLICITANTE.
FECHA DE EMISIÓN : 04-10-2021.

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ITEM	PARAMETROS	UNIDAD	ECAS	LMP	RESULTADOS
01	Turbiedad	NTU	5.0	5.0	12.90
02	Color	UCV	15	15	14
03	Conductividad	µS/cm	1500.0	1500.0	160
04	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	1000	85
05	pH	-----	6.5-8.5	6.5-8.5	7.85
06	Cloruros	mg/L	250.0	250.0	10
07	Sulfatos	mg/L	250.0	250.0	7
08	Hierro	mg/L	0.30	0.30	0.19
09	Manganeso	mg/L	0.40	0.40	0.004
10	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 ml	500	500	4158
11	Coliformes Totales	UFC/100 ml	50	0	87
12	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	20	0	18
13	Escherichia Coli	UFC/100 ml	0	0	0

Métodología: S.M (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012). ASTM (American Society for Testing and Materials).





ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL
RUC: 20572240372

INFORME DE ENSAYO N° 027-2023/ANAQUIMICOS/CC

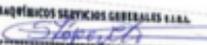
SOLICITANTE : JEFERSON RAÚL BENAVIDES MEDINA
PROYECTO : ""Calidad Microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel"
ESTACIÓN : AC-1 (Red de Distribución – Vivienda)
TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial
COORDENADAS : X 0230903 - Y 9348447
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 15-10-2021.
HORA TOMA DE MUESTRA : 14:18
MUESTREO POR :Solicitante
FECHA DE EMISIÓN :18-10-2021

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	ECAS	LMP	RESULTADOS
01	Turbiedad	NTU	5.0	5.0	8.27
02	Color	UCV	15	15	18
03	Conductividad	µS/cm	1500.0	1500.0	160
04	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	1000	85
05	pH	-----	6.5-8.5	6.5-8.5	7.82
06	Cloruros	mg/L	250.0	250.0	12
07	Sulfatos	mg/L	250.0	250.0	5
08	Hierro	mg/L	0.30	0.30	0.185
09	Manganeso	mg/L	0.40	0.40	0.005
10	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 ml	500	500	4500
11	Coliformes Totales	UFC/100 ml	50	0	45
12	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	20	0	10
13	Escherichia Coli	UFC/100 ml	0	0	0

Métodología: S.M (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012). ASTM (American Society for Testing and Materials).

Atentamente,

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL

 Ing. Samuel López Chávez
 OF. N° 140074
 TITULAR GENERAL



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL
RUC: 20572240372

INFORME DE ENSAYO N° 034-2023/ANAQUIMICOS/CC

SOLICITANTE : JEFERSON RÁUL BENAVIDES MEDINA
PROYECTO : "Calidad Microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel"
ESTACIÓN : AC-1 (Red de Distribución – Vivienda)
TIPO DE MUESTRA : Agua Superficial
COORDENADAS : X 0230893 - Y 9348383
FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 30-10-2021.
HORA TOMA DE MUESTRA : 14:18
MUESTREADO POR : Solicitante
FECHA DE EMISIÓN : 02-11-2021

RESULTADOS DE ANÁLISIS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	ECAS	LMP	RESULTADOS
01	Turbiedad	NTU	5.0	5.0	7.25
02	Color	UCV	15	15	16
03	Conductividad	µS/cm	1500.0	1500.0	177
04	Sólidos Totales Disueltos	mg/L	1000	1000	87
05	pH	-----	6.5-8.5	6.5-8.5	7.62
06	Cloruros	mg/L	250.0	250.0	8
07	Sulfatos	mg/L	250.0	250.0	3
08	Hierro	mg/L	0.30	0.30	0.164
09	Manganeso	mg/L	0.40	0.40	0.004
10	Bacterias Heterotróficas	UFC/100 ml	500	500	3850
11	Coliformes Totales	UFC/100 ml	50	0	58
12	Coliformes Termotolerantes	UFC/100 ml	20	0	12
13	Escherichia Coli	UFC/100 ml	0	0	0

Métodología: S.M (Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012). ASTM (American Society for Testing and Materials).

Atentamente,

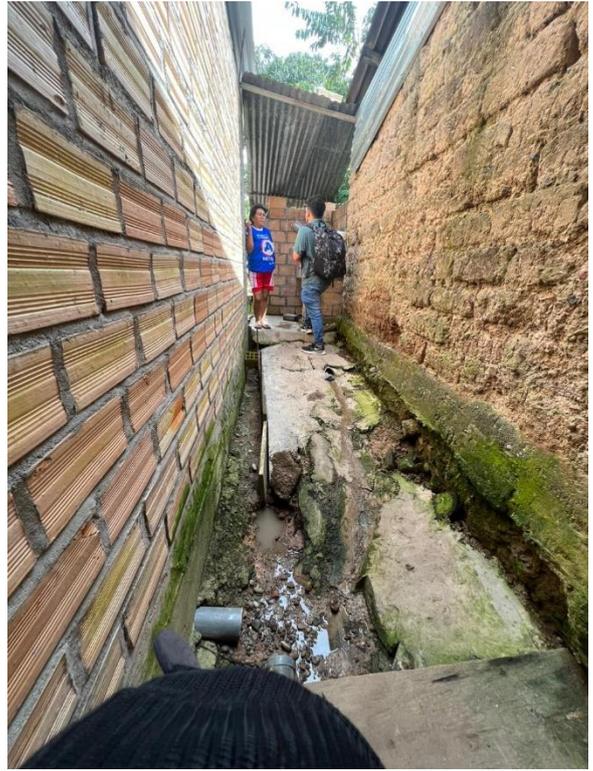


Anexo 2

Toma de muestras de agua



Entrevista con pobladores



Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021

por JEFERSON RAUL Benavides Medina

Fecha de entrega: 05-dic-2023 12:33p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2242095892

Nombre del archivo: ING._SANITARIA_-_Jeferson_Ra_l_Benavides_Medina.docx (7.21M)

Total de palabras: 10706

Total de caracteres: 59898

Calidad microbiológica y fisicoquímica del agua para consumo humano en el distrito de Pardo Miguel. Rioja, 2021

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%	26%	6%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
4	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.uwiener.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unj.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	