



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“PROPUESTA DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN DEL AGUA DE MANANTIAL DEL CENTRO POBLADO CERRILLO, BAÑOS DEL INCA, CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniera Ambiental

Autor:

María Cristina Tacilla Fernández

Asesor:

M.Cs. Sara Esther García Alva

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado en su totalidad a mis padres: Luis y Clara, los cuales me han impulsado siempre a buscar en todos los aspectos la mejor versión de mi a través de los años, apoyándome y guiándome para dar por finalizada mi carrera y seguir ansiando crecer profesionalmente, gracias por la comprensión y confianza depositada, infinitamente gracias.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios y la Virgen por darme la vida y la oportunidad de seguir
creciendo profesionalmente.

A mi padre Luis Tacilla, por siempre creer en mí y apoyarme en todo lo necesario para
que el presente trabajo de investigación haya podido llevarse a cabo.

Asimismo, a mi asesora Sara García Alva, por siempre haberse dado el tiempo de
absolver dudas e inquietudes que se iban presentado a lo largo del desarrollo de mi tesis,
para así llegar a la finalización exitosa de la misma.

A cada uno de ustedes muchas gracias.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA.....	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
RESUMEN.....	8
SUMMARY.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1 Realidad problemática	11
1.2 Formulación del problema.....	31
1.2.1. Problema General.....	30
1.2.2 Problemas Específicos.....	31
1.3 Objetivos	31
1.3.1. Objetivo general	31
1.3.2. Objetivos específicos	31
1.4 Hipótesis.....	32
1.4.1. Hipótesis General.....	32
1.4.2. Hipótesis Específicas.....	32

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	33
2.1 Tipo de Investigación.....	33
2.2 Diseño de Investigación.....	33
2.3 Poblacion.....	33
2.4 Muestra.....	33
2.5 Materiales.....	34
2.6 Instrumentos.....	35
2.7 Porcedimiento.....	40
2.8 Aspectos éticos de autenticidad	45
CAPÍTULO III: RESULTADOS.....	44
3.1 Resultados en parámetros físico-químicos.....	44 - 47
3.2 Resultados en parámetros microbiológicos.....	48
CAPITULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	49
4.1 Discusión.....	49
4.2 Conclusiones.....	55
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS... ..	56 - 57
ANEXOS.....	58 - 68

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	<i>LMP de parámetros de parámetros de calidad organoléptica</i>	36
Tabla 2.	<i>Límites Máximos Permisibles para Parámetros Microbiológicos.....</i>	37
Tabla 3.	<i>Valores de pH.....</i>	46
Tabla 4.	<i>Valores de Conductividad.....</i>	47
Tabla 5.	<i>Valores de Sólidos Totales Disueltos.....</i>	48
Tabla 6.	<i>Valores de temperatura.....</i>	49
Tabla 7.	<i>Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.....</i>	50

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Punto N°1 Captación de Agua.....	39
FIGURA 2. Punto N°2 Reservorio y caseta de cloración.....	40
FIGURA 3. Punto N°3 Red domiciliaria.....	41
FIGURA 4. Valores de pH	46
FIGURA 5. Valores de Conductividad.....	47
FIGURA 6. Valores de Sólidos Totales Disueltos.....	48
FIGURA 7. Valores de temperatura.....	49
FIGURA 8. Mapa ubicación de Zona de Estudio.....	63
FIGURA 9. Ubicación aproximada de la zona de estudio.....	64
FIGURA 10. Desvíos referenciales propia de la comunidad.....	65
FIGURA 11. Camino a JASS QUINUAPATA, presencia de nacientes de agua.....	66
FIGURA 12. Ingreso JASS QUINUAPATA.....	67
FIGURA 13. Camino a la captación de agua.....	68
FIGURA 14. Punto N°1 de muestreo: captación de agua.....	68
FIGURA 15. Resultados in situ T° y pH del Punto N°1 de muestreo: captación de agua.....	69
FIGURA 16. Punto N°2 de muestreo: Reservorio.....	70
FIGURA 17. Punto N°3 de muestreo: Red domiciliaria.....	70
FIGURA 18. Valores de T° y pH encontrados in situ Punto N°3: Red domiciliaria.....	71
FIGURA 19. Cadena custodia.....	72
FIGURA 20. Resultados emitidos por el laboratorio NKAP.....	73

RESUMEN

El estudio del caso se realizó en el Centro Poblado "Cerrillo" - Los Baños del Inca. Sabiendo que el agua es un factor esencial en la calidad de vida, el presente proyecto se desarrolló con el objetivo de dar una propuesta de mejoramiento en el proceso de potabilización del agua de manantial de dicha localidad. La metodología usada fue a base de recopilación de investigaciones similares; así también, se consideró una evaluación físico – química y microbiológica del agua en tres puntos de monitoreo, correspondiendo el punto N°1 captación del agua, punto N°2 reservorio y punto N°3 red domiciliaria. Para la evaluación de los parámetros se tomó en cuenta el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S. N°031 – 2010 – SA DIGESA.

Obteniendo como resultado que los valores físico - químicos se encontraron dentro del reglamento establecido; sin embargo, respecto a los parámetros microbiológicos, la concentración de Coliformes Totales superó el Límite Máximo Permisible en el punto N°1: Captación. Concluyendo que el agua en el punto N°1 se encuentra contaminada, por lo que se propuso una alternativa para su mejora, la cual se basa en la desinfección con Hipoclorito de Calcio y adicionalmente se recomienda una limpieza y mantenimiento de la captación.

PALABRAS CLAVES: Agua de Manantial, Calidad de Agua, Consumo Humano.

SUMMARY

The case study was carried out in the C. P. "Cerrillo" - Los Baños del Inca. Knowing that water is an essential factor in the quality of life, this project was developed with the objective of providing a proposal for improvement in the process of purification of the spring water of said locality. The methodology used was based on a compilation of similar research; Likewise, a physical-chemical and microbiological evaluation of the water was considered at three monitoring points, corresponding to point No. 1 water catchment, point No. 2 reservoir and point No. 3 home network. For the evaluation of the parameters, the Regulation of the Quality of Water for Human Consumption D.S. N ° 031 - 2010 - SA DIGESA.

Obtaining as a result that the physical - chemical values were within the established regulation; However, regarding the microbiological parameters, the concentration of Total Coliforms exceeded the Maximum Permissible Limit in point No. 1: Uptake. Concluding that the water at point N ° 1 is contaminated, for which an alternative was proposed for its improvement, which is based on disinfection with Calcium Hypochlorite and additionally, cleaning and maintenance of the catchment is recommended.

KEY WORDS: Spring Water, Water Quality, Human Consumption.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los manantiales son aguas subterráneas que debido a la orografía del terreno emergen a la superficie, generalmente en laderas o llanuras, pero esta no es pura, a través de su paso por el suelo se carga de minerales que le darán sus características peculiares, pero también puede recoger materia orgánica, gases o microorganismos. Tradicionalmente la población asocia el agua de manantial con buena calidad, confiando que, en el proceso de depuración natural, al filtrarse por distintas capas freáticas, elimine las sustancias no deseadas (Rodríguez, Martínez, Hernández, De Lucas y Acevedo, 2003)

En la calidad de las aguas o en su contaminación contribuyen especialmente factores que intervienen en diversas fases del abastecimiento y que en el caso de las fuentes subterráneas como los manantiales se refieren a la captación y conducción. Los factores de riesgo contaminante, pueden ser: presencia cercana de excretas humanas y animales, empleo de material inadecuado en la construcción, filtraciones a través del suelo, vertederos, impregnación del suelo por sustancias tóxicas naturales o procedentes de vertidos de la agricultura etc. El control de la potabilidad y calidad es sumamente importante si se tiene en cuenta que el agua es un importante vehículo de transmisión de enfermedades por contaminación microbiológica producida por patógenos intestinales: bacterias, virus, protozoos, helmintos; o por contaminación fisicoquímica debido a la aparición de sustancias no deseables o que siendo elementos de la composición habitual del agua superan la Concentración Máxima Admisible (Rodríguez et al., 2003)

1.1. Realidad problemática

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de toda la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para riego. (FAO, 2010).

A nivel global, 2.100 millones de personas carecen de acceso a agua segura y de fácil disposición en el hogar, y 4.500 millones carecen de saneamiento gestionado de forma segura. (OMS/UNICEF, 2017). Desde hace 90 años la desinfección fiable del agua ha sido responsable del 50% de aumento de la expectativa de vida, porque ha permitido reducir considerablemente la incidencia de la tifoidea y el cólera en muchos países, antes de que se descubrieran los antibióticos y las vacunas. En todos los lugares donde se ha realizado adecuadamente la desinfección del agua, se han obtenido beneficios en la salud de los usuarios (OPS/ OMS, 2007).

En el caso del Perú, el 80,4% de viviendas se provee de agua por red pública. En el área urbana, este servicio cubre 83,2%; mientras que en el área rural al 71,1% de las viviendas. El 71,3% de las viviendas cuenta con servicio higiénico conectado a red pública. En el área urbana 87,2% de las viviendas contaba con este tipo de servicio higiénico, en cambio en el área rural solo el 20,0% disponía de este servicio; todo lo cual determina la presencia de enfermedades asociadas a la carencia de estos servicios. (INEI, 2017)

En Cajamarca, según información brindada por la Dirección Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), existen centros poblados que no cuentan con sistema de abastecimiento de agua potable, por lo que hacen uso de otros medios para adquirir el recurso. El 59.50% opta por obtener agua de río, quebrada, manantial o similar; el 27.96% se agencia de agua de un centro poblado vecino; y el 8.79% lo hace mediante pozos de

agua. Asimismo, a nivel regional, la mayoría de los Sistemas de Abastecimiento de Agua son del tipo de Gravedad Sin Tratamiento (88.83%).

En el caso del Centro Poblado "Cerrillo", actualmente presenta un sistema de abastecimiento por gravedad sin tratamiento, alimentado por un manantial llamado Chico Chicospata y está denominado como J.A.S.S "Quinuapata", cuyo presidente es el Sr. Ramón Chilón Huatay. Este sistema de abastecimiento posee una serie de deficiencias respecto a la infraestructura, mantenimiento y calidad de agua en el punto de captación. Las causas posibles van desde la topografía del terreno hasta la desinformación acerca de los procedimientos de desinfección y mantenimientos básicos de las estructuras del sistema. Por lo que se puede generar graves consecuencias en la salud de la población a raíz del contagio de diversas enfermedades infecciosas relacionadas con el consumo de aguas contaminadas.

Frente a la importancia de la situación expuesta, se presenta esta investigación con el objetivo de dar una propuesta de mejoramiento en el proceso de potabilización del agua de manantial en el Centro Poblado "Cerrillo" del distrito de Los Baños del Inca – Cajamarca 2020.

La presente investigación se justifica:

Por su trascendencia social, ya que mediante este estudio la población mencionada (178 usuarios) se verá beneficiada al conocer el estado actual de la calidad de agua que consumen y poder tomar medidas que mejor se ajusten a partir de los resultados, asimismo por su trascendencia teórica puesto que el presente estudio puede contribuir como antecedente para futuras investigaciones académicas en lo concerniente al estudio de la

calidad de agua de manantial en zonas rurales. Y finalmente la investigación se justifica de manera práctica, debido a que se buscan implementar diversas estrategias para mejorar la calidad de agua de manantial usada para consumo humano en el C.P Cerrillo – Baños del Inca – Cajamarca 2020, por la gran importancia que tiene la calidad del agua para las personas en su salud.

Chanaluiza (2015) en su tesis "Optimización del sistema de agua potable ubicada en la Parroquia Enokanqui del Cantón Joya de Los Sachas" la autora con el objetivo de determinar la calidad de agua de dicha localidad, realiza un estudio fisicoquímico como: pH, turbidez, conductividad, sólidos totales disueltos, color, nitratos, alcalinidad, cloruros, dureza total y cálcica; y en el área microbiológica coliformes totales y fecales. Donde los resultados de los análisis demostraron que la turbidez, coliformes totales y fecales se encuentran fuera de los límites máximos permisibles establecidos por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) norma 1108:2006, los demás parámetros están en conformidad. Como alternativa de solución a este problema, se realizó la dosificación óptima de cloro en el laboratorio dando como resultado un valor de 1,5 ppm, con dicha concentración y un tiempo de contacto de 30 minutos, obtenemos coliformes totales y fecales en un 99,9% removibles. Concluyéndose que como propuesta complementaria se debe elaborar un "Manual de Operación y Mantenimiento" que servirá para llevar a cabo el trabajo necesario para mantener buenos resultados en la planta.

Hernández (2016) en su estudio "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" realizó un estudio donde analizó parámetros físico-químicos, metales, coliformes fecales y plaguicidas de 25 pozos usados como fuentes de agua para consumo

humano en la comunidad de 4 Millas de Matina, Limón, con el fin de generar una propuesta para mejorar la calidad del agua que se consume. Los análisis determinaron que las concentraciones de manganeso en el agua tomada de los pozos son altas (mediana: 835 $\mu\text{g/L Mn}$) y muchas veces (67%) están por encima de lo máximo permitido. Además, se detectó la presencia de coliformes fecales en todas las muestras y en algunas se detectaron también plaguicidas. De acuerdo a estos resultados, y basándose en el Reglamento Nacional para la Calidad del Agua Potable, se concluye que el agua de los pozos de 4 Millas no es apta para consumo humano. Entre las propuestas de mejora que la autora propone se encuentran: métodos de remoción de manganeso por aireación, oxidación, sedimentación y filtración, los cuales pueden ser aplicados luego de una realización de ensayos a nivel de laboratorio y a nivel de planta piloto, también se recomienda investigar más acerca de las experiencias rurales positivas que han tenido otras comunidades costarricenses tanto dentro como fuera del país, con los diferentes métodos de remoción de los metales mencionados en este trabajo y comparando la sostenibilidad que han tenido y si el mantenimiento básico que se da logra el objetivo de remoción a través del tiempo.

Por otra parte, en el ámbito nacional, Aguilar y Navarro (2018) en su investigación "Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la Comunidad de Llañucancho del Distrito de Abancay, Provincia de Abancay 2017" plantean como objetivo determinar parámetros físicos como: conductividad, temperatura, turbiedad, sólidos totales disueltos; así como parámetros químicos como: pH, dureza total, cloruros, sulfatos y alcalinidad; y parámetros bacteriológicos como: coliformes totales, coliformes fecales, para esto se analizaron muestras de agua de manantial procedentes de la captación

De Siracachayoc. Los resultados obtenidos en laboratorio muestran en los parámetros físicos fueron en pH 7.78 ± 4.0 , Temperatura 17.43 ± 8.2 , Conductividad 138.12 ± 4.1 , Alcalinidad 73.68 ± 10.3 ; mientras en los parámetros químicos los resultados que se obtuvieron fueron en dureza Total 74.28 ± 13.3 , Calcio 23.35 ± 7.9 , Magnesio 4.74 ± 9.8 , Cloruros 74 ± 15.6 ; entre tanto para los resultados bacteriológicos los coliformes totales fueron en captación de 18.67 ± 28.05 , en reservorio fue de 18.08 ± 13.51 , en pileta domiciliaria fue de 29.08 ± 24.6 , para los coliformes Termotolerantes en captación fue de 6.67 ± 16.83 , en reservorio fue de 1.75 ± 2.60 y en pileta domiciliaria fue de 6.25 ± 16.94 . Concluyéndose que según la D.S 031-2010-SA, los parámetros fisicoquímicos se encuentran dentro de los valores normales de agua para consumo humano mientras para los coliformes totales y termotolerantes se encuentran muy por encima de los Límites Máximos Permisibles, por lo que se recomienda realizar la cloración del sistema de abastecimiento de agua de manera mensual a través del método de goteo con hipoclorito de calcio al 70% a través del sistema aprobado por el Ministerio de Vivienda y Construcción para abastecer agua segura y de calidad a la población de Llañucancha.

Asimismo, León (2019) en su tesis "Determinar las eficiencias de las desinfecciones en el abastecimiento de agua para consumo humano, cloración por goteo y difusión, Primorpampa- Shupluy - Yungay - Ancash, año 2018" realizó un estudio con el objetivo de identificar el tipo de desinfección más eficiente en el abastecimiento de agua en el Centro Poblado de Primorpampa, distrito de Shupluy, Provincia de Yungay, en el periodo octubre 2018 a marzo 2019. Para lo que se analizaron los parámetros obligatorios según el reglamento de la calidad de agua para consumo humano en el Decreto Supremo N° 031-2010-SA. Los puntos de muestreo fueron tres pertenecientes a una vivienda inicial,

vivienda intermedia y vivienda final, en dos sistemas de tratamiento por desinfección: el primer sistema con la instalación de desinfección de cloración por goteo y el segundo sistema de agua con la instalación de desinfección por difusión. Dando como resultado al comparar ambos, que resulta más eficiente el sistema de cloración por goteo, ya que logra acercarse a eliminar en un 99% de los coliformes fecales y totales en la vivienda inicial, en 80% en la vivienda intermedia y 60% en la vivienda final, mientras que la eliminación de coliformes fecales y totales con el sistema de cloración por difusión es variable debido a que funciona de manera óptima en los primeros días después de la recarga de cloro (Hipoclorito de sodio al 70%), pero a partir del día 04, hasta el día 07 disminuye considerablemente.

Atencio (2018) en su tesis "Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad San Antonio de Rancas, del Distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco - 2018" donde la autora realizó un estudio con el objetivo de evaluar los parámetros físico, químico y microbiológico del agua de consumo humano y percepción local de la población del mencionado sitio. Tomando en cuenta dos puntos de monitoreo correspondiente al reservorio de agua y pileta de una vivienda, así como una encuesta para a la población para saber su percepción de la calidad de agua. Concluyendo que la calidad de agua que consume la población de la localidad de San Antonio de Rancas no es apta para consumo humano, ya que si bien los resultados de parámetros físicos y químicos se encuentran dentro de lo permitido, los parámetros de coliformes totales y fecales no cumplen con los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D.S N°031 – 2010 – SA, sin embargo, los resultados de la encuesta revelan que los pobladores están satisfechos con la calidad de la misma, asumiendo que

es porque desconocen el verdadero estado de la misma. Como medidas correctivas se recomienda procesos de filtración como la osmosis inversa para llevar al mínimo las concentraciones de sólidos suspendidos disueltos, otro proceso es la desinfección con hipoclorito de calcio o sodio a fin de eliminar los coliformes totales y fecales.

Por otra parte, en el ámbito local, Castillo (2016) en su tesis "Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el Distrito de Sucre" tuvo como objetivo determinar la calidad de agua que abastece a la población de Sucre – provincia de Celendín, llevando un control fisicoquímico y microbiológico en la mencionada comunidad. Dando como resultado que los valores para sólidos totales oscilan entre 145Mg/l y 294Mg/l, para turbiedad el valor mínimo fue de 1,2 UNT y el máximo 5 UNT, para la temperatura hay una variación de 15,5°C y 17,5°C; y el valor mínimo para pH es de 6,82 y el máximo de 7,93, todos ellos encontrándose dentro de los Límites Máximos Permisibles. En tanto, en la evaluación de Hierro, Cobre, Cromo y Aluminio, todos ellos se encuentran dentro del rango permitido y finalmente en la evaluación de Coliformes Totales y Coliformes fecales, no cumplen con los Límites Máximos Permisibles del D.S N°031-2010-SA. Por lo que para utilizar la fuente de agua muestreada se recomienda tener un sistema de tratamiento adecuado para la cloración, a fin de que se cumpla con los parámetros indicados en la normativa vigente del agua para consumo humano.

Así también, Ocas (2017) en su estudio "Calidad del agua de los manantiales que abastecen a la población del Caserío de Pomabamba – Distrito de Jesús – Provincia de Cajamarca" evaluó los manantiales Cotosacha, Ñoñorco, La Masma, Chupiticaga y Vergaray con el objetivo de realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica de dichos manantiales encargados del abastecimiento del agua del Caserío Pomabamba.

Obteniendo como resultado que el pH y Oxígeno Disuelto no cumplen con lo establecido en los ECA para agua Categoría 1, así como los valores de Aluminio, Cromo y Hierro, los cuales se encuentran en concentraciones fuera de los Límites Máximos Permitidos en todos los manantiales a excepción de La Masma. Por otro lado, en cuanto a coliformes totales, fecales y termotolerantes cumplen con lo establecido en los ECA para agua Categoría 1. Por lo que se recomienda la construcción de zanjas de coronación en los manantiales para evitar el ingreso de agua de escorrentía concentrada con sólido, materia orgánica u otros elementos que ayuden a la proliferación de microorganismos; también realizar una aireación por gravedad para aumentar el oxígeno disuelto, un tratamiento con sustancias básicas para neutralizar el pH del agua antes de su distribución e implementar un sistema de coagulación – filtración para tratar de remover los elementos metálicos presentes en el agua.

En la presente investigación resulta de suma importancia resaltar algunas definiciones tales como:

Agua cruda: Agua que se encuentra en el ambiente (lluvia, superficial, subterránea, océanos, etc.) que no ha sido sometida a ningún tipo de tratamiento ni modificación en su estado natural (Sierra, 2011).

Agua de Manantial: Con respecto al agua de manantial es una fuente natural de agua que brota de la tierra o entre las rocas, se originan en la filtración de agua de lluvia o de nieve que penetra en un área y emerge en otra de menor altitud donde el agua no está confinada en un conducto impermeable. (Prieto, 2004)

Agua potable: Es el agua apta para consumo humano. La cual debe estar exenta de

organismos capaces de causar enfermedades, de minerales y de sustancias orgánicas que provoquen efectos fisiológicos perjudiciales. Es por esto que varias organizaciones a nivel mundial como la Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS) y organizaciones regionales, han trabajado para determinar parámetros y límites de medición y uso de agua potable, que varían un poco de acuerdo a la región y a las exigencias o normativas de cada país. (Mora, 2003)

Contaminación del Agua: Contaminación es la acción y efecto de introducir materias o inducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica (Gallego, 2000). Dado que el agua rara vez se encuentra en estado puro, la noción de contaminante del agua comprende cualquier organismo vivo, mineral o compuesto químico cuya concentración impida los usos benéficos del agua (Sagardoy 1993).

Calidad del Agua: Cada país regula la calidad del agua destinada al consumo humano; la cual establece que no puede contener ningún tipo de microorganismos, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un peligro para la salud humana. Normalmente el agua es captada de manantiales de aguas cristalinas, extraída del suelo mediante pozos profundos o extrayendo el agua de un acuífero de buena calidad. No obstante, el agua debe ser tratada para el consumo humano, y puede ser necesaria la eliminación de sustancias disueltas, sin disolver o de microorganismos perjudiciales para la salud (ANDA, 2015)

Factores que influyen en la Calidad del Agua

Uso de la tierra: El uso de la tierra tiene efectos sobre los procesos hidrológicos y de sedimentación, y está relacionada con la escorrentía, inundaciones, recarga de agua subterránea, erosión y carga de sedimentos. El tamaño de los granos del suelo, su ordenamiento y su contenido de materia orgánica son factores íntimamente ligados a la capacidad de infiltración y de retención de humedad, por lo que el tipo de suelo predominante en la cuenca, así como su uso, influye de manera notable en la magnitud y distribución de los escurrimientos. (Mitchell, Stapp, y Bixby, 1991)

La actividad ganadera: Los incrementos de bacterias en el agua se evidencian cuando el ganado pasta en áreas muy cercanas a las fuentes de agua. En un estudio realizado, la cantidad de bacterias en el suelo fue en función del tipo y del número de ganado, y la forma en que los desechos fueron tratados o almacenados (Brooks, Gregersen & Thames, 1991).

Los factores que controlan y disminuyen los efectos de la contaminación por el estiércol están íntimamente relacionados a la capacidad de absorción de los cultivos al nitrato y la capacidad de absorción del amonio por parte del suelo. Siendo afectada esta última por la compactación del suelo, lo que provoca una baja liberación de amonio en el suelo y seguido por el transporte a las fuentes de agua mediante la escorrentía (Vidal, López, Santoalla & Valles, 2000).

La agricultura: Según Ongley (1997), la agricultura es el mayor usuario del agua dulce a escala mundial y el principal factor de degradación de los recursos hídricos superficiales y subterráneos, debido a la erosión y la escorrentía por los productos

provenientes de agroquímicos. Esto justifica la preocupación existente por sus repercusiones en la calidad del agua a escala mundial.

Las principales fuentes agrícolas contaminantes la constituyen los fertilizantes, pesticidas y la ausencia del manejo de desechos sólidos. La agricultura no es solamente el mayor consumidor de los recursos hídricos, sino que debido a las ineficiencias en su distribución y aplicación sus efluentes que retornan a los recursos de aguas superficiales o subterráneas contienen grandes cantidades de sales, nutrientes, productos agroquímicos que también contribuyen al deterioro de su calidad (Mendoza 1989).

Parámetros de Calidad del Agua

Parámetros Físicos del Agua: Son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato. En nuestro estudio se evaluó los siguientes parámetros físicos:

Temperatura: Tiene una gran influencia sobre otros parámetros como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables fisicoquímicas. De igual manera, puede influir en el retardo o aceleración de la actividad biológica como sobre otras reacciones químicas. He aquí la gran importancia de este parámetro como indicador de la calidad del agua (Dirección General de Salud Ambiental, 2010).

Color: El color del agua se debe principalmente a la presencia de materia orgánica, presencia de hierro, manganeso y otros metales, bien como impurezas naturales o como resultado de la corrosión. De igual manera,

otra posible causa es la contaminación de la fuente de agua con vertidos industriales. En general, se puede deber a diversas causas, es por ello necesario determinar el origen de la coloración y actuar sobre ello (OMS, 2008).

Parámetros Químicos del Agua: La mayoría de los productos químicos sólo constituyen un peligro en la salud de las personas cuando su presencia ocurre en el agua de manera prolongada; mientras que otros pueden producir efectos peligrosos tras múltiples exposiciones en un periodo corto. Así, se estudió los siguientes parámetros:

Potencial de Hidrógeno (pH): El pH tiene una escala de medida de 0 a 14, representando la acidez o alcalinidad del cuerpo de agua, configurándose de 0 a 7 como una sustancia ácida y desde 7 a 14 como alcalina, un valor de pH 7 indica neutralidad. (Ocasio, 2008)

Conductividad: El agua por lo general posee una conductividad eléctrica baja. Esta es mayor y proporcional a las cantidades y características de los electrolitos presentes en el agua (iones en disolución). Por esto se usan los valores de conductividad como índice aproximado de concentración de solutos. La conductividad eléctrica puede ser afectada por la temperatura o el material de composición del lecho (Ocasio, 2008).

Total de Sólidos Disueltos: Es una medida de las sales disueltas en una muestra de agua después de la remoción de sólidos suspendidos; también se define como la cantidad de residuos sobrantes después de la evaporación

del agua ocurre. Es común observarlos en terrenos agrícolas que han sufrido procesos fuertes de escorrentía (DIGESA, 2008)

Parámetros Microbiológicos del Agua: Dichos análisis son de suma importancia, ya que el riesgo para la salud más común y extendido asociado al agua de consumo es la contaminación microbiana. Así pues, el agua destinada al consumo humano no debería contener microorganismos indicadores. Así tenemos los indicadores:

Coliformes Totales: Pueden hallarse tanto en heces como en el medio ambiente, por ejemplo, aguas ricas en nutrientes, suelos, materias vegetales en descomposición. También hay especies que nunca o casi nunca se encuentran en las heces pero que se multiplican en el agua. El grupo coniforme está formado por todas las bacterias Gram Negativas aerobias y anaerobias facultativas, no formadoras de esporas, con forma de bastón que fermentan la lactosa, produciendo gas y ácido en 48 horas a 35 °C y desarrollándose en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos. Su presencia indicaría ineficiencia en el tratamiento de aguas y de la integridad del sistema de distribución. Por ingestión o inhalación puede ocasionar gastroenteritis. Por contacto infección a la piel, ojos y oído (DIGESA, 2008).

Coliformes Fecales: Los coliformes fecales también denominados coliformes termotolerantes porque soportan temperaturas hasta de 45°C. Estos organismos integran el grupo de los coliformes totales, pero se diferencian en que son indol positivo. Son mejores indicadores de higiene en alimentos y en aguas, la presencia de estos indica contaminación fecal

de origen humano o animal. De ellos la mayoría son *E. Coli*. (Carrillo y Lozano, 2008).

Sistema de Abastecimiento de Agua: Es el que abastece la demanda del total de la población a partir de diferentes fuentes y tratamientos que recibe el agua cruda para ser potable. (DS N° 011- 2006-VIVIENDA, Ministerio de Vivienda, 2006).

La función más importante de un sistema de abastecimiento es lograr una buena gestión integral de los recursos hídricos teniendo una selección adecuada de la tecnología, organizando la participación de la población en el cuidado y uso adecuado del agua, garantizando la operación y mantenimiento eficiente del sistema considerando para su sostenibilidad factores como: tamaño de la comunidad, demanda del sistema, solución adecuado al problema de calidad de agua, bajo costo de operación del sistema, calidad de diseño y de la obra, capacidad de los beneficiarios para su administración, operación, y mantenimiento, y también capacitaciones para controles de calidad. (CEPIS-OPS/OMS, 2009).

Sistemas convencionales: Son sistemas que brindan el servicio de agua potable al usuario a nivel de vivienda, se distribuye el agua a través de redes con calidad y cantidad de agua adecuada para el consumo humano.

Sistemas por Gravedad: Son sistemas convencionales que aprovechan la fuerza gravitacional para conducir el agua hasta la población.

Sistemas por gravedad sin tratamiento: Son sistemas donde la fuente de abastecimiento de agua no requiere tratamiento complementario previo a su distribución más que una desinfección. Sus componentes

son: Captación, reservorio y red de distribución. (Ministerio de Vivienda, 2006)

Sistemas por gravedad con tratamiento: Cuando las fuentes de abastecimiento son aguas superficiales requieren ser clarificadas y desinfectadas antes de su distribución. Los componentes en este sistema son: Captación, planta de tratamiento, reservorios, red de distribución. (CEPIS-OPS/OMS, 2009)

Sistemas por bombeo Necesitan de energía externa, generalmente eléctrica para conducir el agua desde la captación hasta el usuario.

Sistema por Bombeo sin Tratamiento: Estos sistemas también se abastecen con agua de buena calidad que no requiere tratamiento previo a su consumo. Sin embargo, el agua necesita ser bombeada para ser distribuida al usuario final. Sus componentes son: Captación, estación de bombeo de agua, línea de conducción o impulsión, reservorio, línea de aducción, red de distribución, conexiones domiciliarias. (CEPIS-OPS/OMS, 2009).

Sistema por bombeo con tratamiento: Los sistemas por bombeo con tratamiento requieren tanto la planta de tratamiento de agua para adecuar las características del agua a los requisitos de potabilidad, como un sistema de bombeo para impulsar el agua hasta el usuario final. Sus componentes son: Captación, línea de conducción o impulsión, planta de tratamiento de agua, estación de bombeo de agua,

reservorio, línea de aducción, red de distribución, conexiones domiciliarias. (CEPIS-OPS/OMS, 2009).

Plantas de tratamiento: Según Chávez de Allaín (2012), una planta de tratamiento de agua se define como el conjunto de operaciones unitarias que pueden ser de tipo físico, químico o biológico y que tienen como fin último eliminar o, en su defecto, reducir la contaminación o los parámetros no deseables del agua a tratar para obtener agua de mejor calidad con las características deseadas. Se cuenta con procesos como:

Pretratamiento: De acuerdo a lo indicado por Chávez de Allaín (2012) en este paso lo que se pretende es remover los sólidos grandes y arenosos que por ser abrasivos pueden deteriorar los equipos mecánicos del tratamiento propiamente dicho. Para ello se utilizan rejillas o parrillas, tamices y desarenadores.

Tratamiento químico: Se trata de una purificación con productos químicos. Este procedimiento tiene muchos métodos y la aplicación de cada uno de ellos depende del nivel de contaminación que tenga el agua. Las más comunes son: Coagulación química, desionizar y ablandar, etc.

Tratamiento biológico: La empresa BIO AGUA (2010) y LENNTECH (2012) indican que la purificación biológica del agua se realiza para bajar la carga orgánica de compuestos orgánicos disueltos. Los microorganismos, principalmente bacterias, hacen la descomposición de estos compuestos. Hay dos categorías principales de tratamiento biológico: tratamiento aerobio y tratamiento anaerobio. Para el primero se requiere la presencia de oxígeno para efectos de la descomposición de materia orgánica; para ello, el agua es aireada en algunos casos con oxígeno. Mientras que

en el tratamiento anaerobio se realiza la descomposición por medio de microorganismos que no requieren de oxígeno.

Desinfección: La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2011), considera que la desinfección del agua (superficiales y subterráneas) para consumo humano, no es otra cosa que la destrucción de microorganismos patógenos que causan enfermedades, la misma que se puede hacer mediante diversos medios físicos o químicos. En Perú se utiliza el Decreto Supremo N° 031-2010-SA de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), la cual establece unos Límites Máximos Permisibles (LMP), de tal manera que ningún valor de los parámetros que definen la calidad del agua, los debe sobrepasar. Así, entre los tratamientos de desinfección tenemos:

Desinfección con ozono: Según la empresa HIDRITEC (2011) el ozono es un desinfectante químico con una elevada capacidad oxidativa que sobrepasa a la del cloro libre o combinado. Es un oxidante potente y posee múltiples usos en el tratamiento del agua, incluida la oxidación de sustancias orgánicas. Así pues, mata a las bacterias e inactiva los virus, hongos, toxinas, algas, protozoos y otros microorganismos que no son sensibles a la desinfección con cloro. Debido a su gran poder oxidativo, el ozono además de desinfectante se utiliza en la oxidación de metales pesados, como el hierro y manganeso, para remover materia orgánica, sean naturales o sintéticos como fenoles, pesticidas y detergentes. Asimismo, elimina, olores, colores y sabores. También inhibe el crecimiento de hongos, algas y

reduce la turbiedad.

El ozono destruye los microorganismos en unos cuantos segundos por un proceso llamado destrucción de celda que consiste en la ruptura molecular de la membrana celular, la cual dispersa el citoplasma celular en el agua y lo destruye, por lo que la reactivación del microorganismo es imposible. Debido a su elevada reactividad, el ozono se desintegra rápidamente en el agua de forma que su efecto residual se considera prácticamente nulo. (Ponce, 2005)

Desinfección con cloro: La finalidad principal de la cloración es la desinfección microbiana. No obstante, el cloro actúa también como oxidante y puede eliminar o ayudar a eliminar algunas sustancias químicas; por ejemplo, puede descomponer los plaguicidas fácilmente oxidables, como el Aldicarb; puede oxidar especies disueltas, como el manganeso (II), y formar productos insolubles que pueden eliminarse mediante una filtración posterior. (OMS, 2008)

Los desinfectantes basados en cloro son los únicos con las propiedades residuales duraderas que previenen el recrecimiento microbiano y proporcionan protección continua. Esta propiedad es muy importante en los sistemas tradicionales de potabilización de agua (plantas municipales), ya que la presencia de éste mantendría la higiene del agua de la salida de la planta de tratamiento a la llave del consumidor. (Ponce, 2005)

Desinfección por carbón activado: Según la empresa SOLUCIONES PARA AGUA (2013) la activación del carbón produce una excelente superficie de filtración, permitiéndole tener una gran capacidad de absorción de impurezas del agua. Gracias a ello remueve el cloro y la materia orgánica que es la causante del mal olor, color y sabor en el agua. Asimismo, remueve orgánicos como fenoles, muchos pesticidas y herbicidas del agua. Todo ello sin alterar la composición original de ésta.

Desinfección con radiación UV: Según la empresa AQUANOVA PERÚ (2013) la tecnología de tratamiento de agua por rayos ultravioletas es una tecnología avanzada de desinfección de agua. Los rayos UV alteran el ADN de los microorganismos presentes en el agua, eliminándolos, o inactivándolos genéticamente para impedir su reproducción. Este proceso tiene una eficiencia en la eliminación de virus y bacterias del 99.9%. Además, no altera el olor, sabor, color, pH del agua ni necesita la adición de productos químicos.

Cadena de custodia: Es el proceso de control, vigilancia, preservación, codificación, transporte y posterior análisis de las muestras, el cual es esencial para asegurar la integridad de las mismas desde su recolección hasta el reporte de resultados. Estas técnicas son de suma importancia, debido a la necesidad de precisión, exactitud y representatividad de los datos que resultan de los análisis, con lo que se garantiza la calidad de los mismo. (ANA, 2016)

JASS: Una Junta Administradora de Servicio y Saneamiento (JASS) se constituye por elección democrática entre los pobladores de una comunidad rural con una población menor a 2,000 habitantes y que cuenten con servicios de saneamiento, la ley le faculta a los beneficiarios a organizarse en una JASS, Asociación, Comité u otra forma de organización de modo voluntario y democrático con el propósito de: administrar, operar y mantener los servicios de saneamiento de uno o más centros poblados del ámbito rural. (Decreto Supremo N° 023 – 2005/VIVIENDA)

1.2 Formulación del problema

1.2.1. Problema General

- ¿Cuál es la propuesta de mejoramiento más apropiado para el proceso de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuál es el diagnóstico actual de las estructuras y componentes del sistema de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020?
- ¿Cuáles son las falencias en el tratamiento de potabilización del agua de manantial utilizada para consumo humano del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020?
- ¿Cuál es la medida de los parámetros físicos (Temperatura), químicos (pH, Conductividad, Total de Sólidos Disueltos) y microbiológicos (*E.*

Coli, Coliformes totales) en el agua de manantial utilizada para consumo humano del C.P. Cerrillo - Los Baños del Inca, Cajamarca 2020?

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Plantear una propuesta de mejoramiento en el proceso de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Los Baños del Inca, Cajamarca 2020.

1.3.2. Objetivos específicos

- Efectuar un diagnóstico actual de las estructuras y componentes del sistema de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020.
- Identificar las falencias en el tratamiento de potabilización del agua de manantial utilizada para consumo humano del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020.
- Verificar si las medidas de parámetros físicos (Temperatura), químicos (pH, Conductividad, Total de Sólidos Disueltos) y microbiológicos (*E. Coli*, Coliformes totales) en el agua de manantial utilizada para consumo humano del C.P. Cerrillo - Los Baños del Inca, Cajamarca 2020 se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S 031-2010 SA.

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis General

- Es eficiente el proceso de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020.

1.4.2 Hipótesis Específicas

- Las estructuras y componentes del sistema de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020, no se encuentran en un estado óptimo.
- La medida de los parámetros físicos (Temperatura), químicos (pH, Conductividad, Total de Sólidos Disueltos) y microbiológicos (*E. Coli*, Coliformes totales) en el agua de manantial utilizada para consumo humano del C.P. Cerrillo - Los Baños del Inca, Cajamarca 2020, se encuentran fuera del Límite Máximo Permisible establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S 031-2010 SA.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de Investigación: El estudio es de **tipo descriptiva - propositiva** ya que parte de la descripción de una realidad demostrada mediante un diagnóstico y propone una solución fundamentada.

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. (Arias, 2012)

Por otra parte, se considera a la investigación propositiva el estudio donde se formula una solución ante un problema, previo diagnóstico y evaluación de un hecho o fenómeno. La investigación propositiva es una investigación básica e implica generalmente el último eslabón del nivel descriptivo. (Tentalean, 2015)

2.2 Diseño de Investigación: El diseño es de **tipo longitudinal** ya que busca evaluar a las mismas variables por un periodo prolongado de tiempo (Myers, 2016).

Visser (1985, citado en Arnau & Bono, 2008) lo define como la examinación de cambios producidos en el tiempo en una misma muestra.

2.3 Población: Agua de manantial destinada para consumo humano en el Centro Poblado El Cerrillo – Baños del Inca.

2.4 Muestra: Tres muestras del agua de manantial destinada para consumo humano correspondientes a la captación, reservorio y red domiciliaria.

2.5 Materiales

- ✓ Medidor multiparámetro portátil. Marca Apera USA, modelo PC60 Premium.
- ✓ Cooler.

- ✓ Gel refrigerante.
- ✓ Equipo de titulación.
- ✓ Agua destilada.
- ✓ Botella de vidrio de 250 mL
- ✓ EPP adecuado para evitar la contaminación de las muestras

2.6 Instrumentos

- **Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano – Decreto Supremo N° 031-2010-S.A.**

El presente Reglamento tiene como finalidad establecer las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad de agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población y es de obligatorio cumplimiento para toda persona natural o jurídica, pública o privada dentro del territorio nacional, que tenga responsabilidad de acuerdo a ley o participe o intervenga en cualquiera de las actividades de gestión, administración, operación, mantenimiento, control, supervisión o fiscalización del abastecimiento del agua para consumo humano, desde la fuente hasta su consumo.

Tabla 1.

LMP de parámetros de parámetros de calidad organoléptica.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permisible
Olor	-----	Aceptable
Sabor	-----	Aceptable
Color	UCV/Escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6.5 – 8.5
Conductividad (25°C)	μmho/cm	1500
Solidos Totales Disueltos	mgL ⁻¹	1000
Cloruros	mg Cl L ⁻¹	250
Sulfatos	mgSO ₄ L ⁻¹	250
Dureza Total	mgCaCO ₃ L ⁻¹	500
Amoniaco	mg N L ⁻¹	1,5
Hierro	mg Fe L ⁻¹	0,3
Manganeso	mg Mn L ⁻¹	0,4
Aluminio	mg Al L ⁻¹	0,2
Cobre	mg Cu L ⁻¹	2
Zinc	mg Zn L ⁻¹	3
Sodio	mg Na L ⁻¹	200

UCV: Unidad de Color Verdadero

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad

Fuente: D.S N°031 – 2010 – SA Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA – Perú)

Tabla 2.

Límites Máximos Permisibles para Parámetros Microbiológicos.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100mL a 35°C	0 (*)
E. Coli	UFC/100mL a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales	UFC/100mL a 44.5°C	0 (*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
Huevos y larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos.	N°org/L	0
Virus	UFC /mL	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estados evolutivos.	N°org/L	0

UFC: Unidad Formadora de Colonias

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

Fuente: D.S N°031 – 2010 – SA Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA – Perú)

2.7 Procedimiento de Recolección de Datos.

2.7.1. Recolección de Datos en Campo: Para la toma de las muestras de agua, se vio la necesidad de contar con un procedimiento confiable y seguro, que contribuyera a una correcta toma, conservación, transporte y almacenamiento de las muestras de agua para consumo humano para ser analizadas, por lo cual se consultó R.D N° 160-2015/DIGESA/SA **“Protocolo de procedimientos para la toma de muestras, preservación, conservación, transportes, almacenamiento y recepción de las muestras de agua para consumo humano”** El cual es una herramienta estandarizada de carácter general que se deberá aplicar cuando se desea analizar muestras de agua de consumo humano procedente del sistema de abastecimiento de las zonas urbanas y/o rurales en el marco del Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, aprobado por D.S N°031-2010-SA; asegurando la representatividad e invariabilidad de las muestras.

2.7.1.1 Ubicación de Puntos de Muestreo: Para la recolección de las muestras de agua se siguió el criterio de toma en puntos fijos, ubicando los puntos de muestreo en:

- **La Captación:** El punto de muestreo debe localizarse obligatoriamente en el punto de captación de la fuente de abastecimiento de agua. Asimismo, si el sistema cuenta con dos o más fuentes de abastecimiento, el muestreo se toma por cada toma de captación o en su defecto cuando son muy numerosas en el buzón de reunión; sean estas de tipo superficial o subterráneo.

Después de realizar la visita de campo se observó que, el punto de la

captación del Centro Poblado "Cerrillo" se encuentra en un área pobremente cercada que no permite el cuidado de la estructura, además se evidencia la presencia de abundante material orgánico y las estructuras internas en un estado deficiente.



Figura 1. Punto N°1 Captación de Agua.

- **A la salida del sistema del tratamiento de agua:** El punto de muestreo debe localizarse a la salida del sistema del tratamiento de agua, luego que el agua de la fuente de abastecimiento ha sido sometida a procesos de tratamiento físicos o químicos para hacerla inocua.

Como en el caso de la presente investigación esta no cuenta con un tratamiento, sino con una desinfección propiamente dicho, se hizo la medición a la salida del reservorio.

Después de realizar la visita a campo se observó en el punto del reservorio la presencia de una pequeña caseta en donde se suministra

el cloro, el cual se encuentra en forma de pastilla y es renovada mensualmente.



Figura 2. Punto N°2 de muestreo reservorio y caseta de cloración.

- **Red de Distribución:** El punto de muestreo debe localizarse en un grifo de la vivienda más cercana si se trata de una red abierta, si por el contrario se tratase de una red cerrada (como en el caso del presente estudio) estará ubicado en áreas intermedias de la red de distribución y en extremos de ella, es decir, uno de los puntos más alejados de la red.

Después de la visita a campo se observó que desde el punto de captación hasta la última vivienda abastecida por este manantial hay

una distancia aproximada de 6Km, por lo que la muestra se tomó en una de las últimas viviendas que utilizan esa agua de manantial para su consumo.



Figura 3. Punto N° 3 de muestreo Red domiciliaria.

2.7.1.2 Toma de muestras: Los puntos de muestreo deben ser identificados con el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), registrando sus coordenadas respectivas UTM, para usarlo en el registro de información.

- **Monitoreo de agua para análisis físico y químico.**
 - Para evitar contaminar las muestras se usó el EPP necesario, tales como guantes, cubrebocas y bata de laboratorio.
 - Mediante el uso del multiparámetro se evaluó en campo los indicadores de temperatura, pH, conductividad y total de sólidos disueltos.
 - Entre la medida de uno y otro indicador se procedió a la calibración correspondiente y al enjuague con agua destilada.

- El frasco fue de plástico (polipropileno), con tapa rosca de boca ancha, previamente enjuagado con el agua a ser recolectada tres veces con la finalidad de eliminar posibles maleza, residuos o sustancias existentes en su interior.
 - Llenar hasta el límite del frasco, luego de tomada la muestra y cerrar herméticamente.
 - Rotular la muestra para su posterior llenado en la ficha de datos de campo.
- **Monitoreo de agua para análisis bacteriológicos.**
 - Para evitar contaminar las muestras se usó el EPP necesario, tales como guantes, cubrebocas y bata de laboratorio.
 - Para la recolección de muestra de agua en un cuerpo de agua, se debe sostener el frasco por la parte inferior y sumergirlo hasta una profundidad de 20 centímetros, con la boca ligeramente hacia arriba. Si se trata de una corriente colocar la boca del frasco en sentido contrario a la corriente de agua.
 - Para la recolección de muestra de agua de un grifo en un sistema de distribución de agua potable. Se debe limpiar y retirar del grifo cualquier tipo de materia extraña adherida a la boca de salida.
 - Abrir el grifo, hasta que alcance su flujo máximo y dejar correr el agua durante dos minutos.
 - El recipiente de muestreo no debe llenarse completamente, el

- espacio de aire es útil para la homogenización de la muestra por el laboratorio. Tener la precaución de ajustar fuertemente la tapa del frasco.
- Rotular la muestra para su posterior llenado en la ficha de datos de campo.

2.8 Procedimiento de Tratamiento y Análisis de datos.

2.8.1 Respecto a parámetros físicos y químicos:

- **Procedimiento de Tratamiento:** Los parámetros pH, Temperatura, Conductividad y Total de Sólidos Disueltos, por su naturaleza cambiante se midieron in situ, mediante el uso del equipo multiparámetro, el cual permitió hacer un pre diagnóstico de la calidad del agua.
- **Análisis de datos:** La información recabada de la medición de parámetros en campo, la ubicación de los puntos y la descripción de los mismos fueron llevados a unas hojas de registro para su posterior ingreso a una tabla de datos en Excel.

2.8.2 Respecto a parámetros microbiológicos:

- **Procedimiento de Tratamiento:** Una vez que se concluyó con la toma de muestras para el análisis microbiológico el tratamiento y transporte de las mismas se realizó con el protocolo establecido de toma de muestra de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos.

En el laboratorio constataron que la recepción de la muestra cumpla con los requisitos mínimos de los cuales dependerá la calidad de los resultados; verificando si el recipiente usado es el adecuado para contener la muestra de

acuerdo al tipo de ensayo a realizarse, si el volumen de muestra es el indicado para la realización de las pruebas.

De igual forma se revisa que el transporte de la muestra se haya realizado en condiciones óptimas y en el tiempo requerido además la persona encargada de realizar el muestreo deberá de llenar la Cadena Custodia.

- **Análisis de datos:** El análisis y resultados se desarrollaron íntegramente en el Laboratorio NKAP. La identificación de la muestra en el Laboratorio de Calidad Ambiental presume de la buena fe del recolector y/o del cliente sobre la idoneidad, representatividad de la muestra y veracidad de la información solicitada.

2.9 Aspectos éticos de autenticidad.

El presente trabajo de investigación de tesis presentada para la obtención del Título de Ingeniero Ambiental es original, siendo resultado de mi trabajo y esfuerzo personal, el cual no ha sido copiado de otro trabajo de investigación, habiendo solo usado citas sacadas de otras tesis, obras, artículos, etc., las cuales se mencionan de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que tengan derechos de autor.

Asimismo, declaro que el trabajo de investigación que pongo en consideración para evaluación es fidedigno, no ha sido presentado anteriormente para obtener algún grado académico o título, ni ha sido publicado en sitio alguno.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Resultados en parámetros físico-químicos

Tabla 3.
Valores de pH

Muestra	Límite Máximo Permisible	Valor de medida en la J.A.S.S.	Límite Máximo Permisible	Unidades
Punto 1	6.50	7.43	8.50	pH
Punto 2	6.50	7.50	8.50	pH
Punto 3	6.50	7.43	8.50	pH

En la Tabla 3 se observan los valores obtenidos para pH en los tres puntos de monitoreo. Estos resultados sí cumplen con los parámetros establecidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)

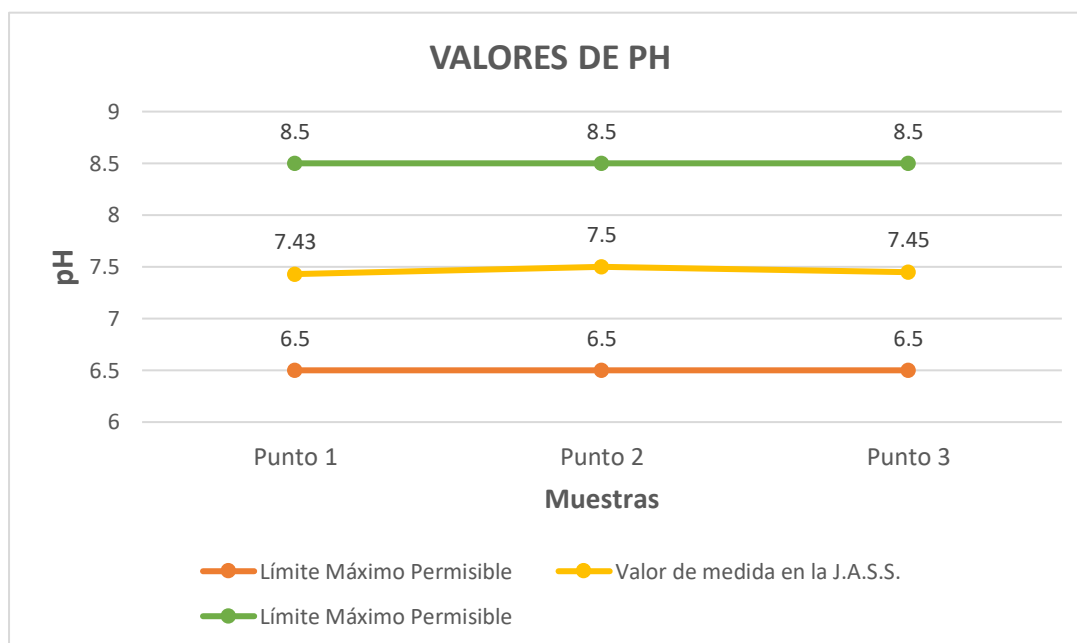


Figura 4. Valores de pH

En la figura 4, se puede observar de manera comparativa los valores de pH obtenidos en las tres muestras y se observa que se encuentran dentro del límite máximo permisible establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

Tabla 4.

Valores de Conductividad

Muestra	Valor de medida en la J.A.S.S.	Límite Máximo Permissible	Unidades
Punto 1	80	1500.00	uS/m
Punto 2	62.20	1500.00	uS/m
Punto 3	67.9	1500.00	uS/m

En la Tabla 4 se observan los valores de conductividad obtenidas para los tres puntos de muestreo, dichos resultados si cumplen con lo establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

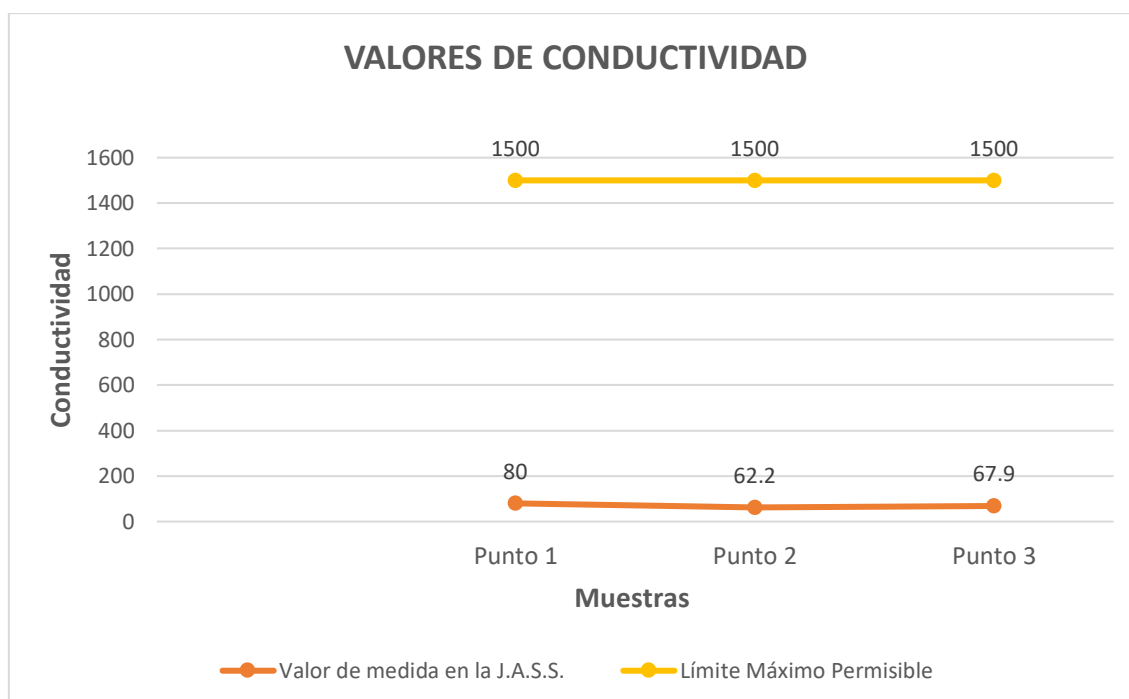


Figura 5. Valores de Conductividad.

En la figura 5 se observa de manera comparativa los valores obtenidos en los tres puntos de muestreo para la variable Conductividad, cumpliendo con el límite máximo permissible establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

Tabla 5.

Valores de Sólidos Totales Disueltos

Muestra	Valor de medida en la J.A.S.S.	Límite Máximo Permissible	Unidades
Punto 1	80	1000.00	mg/l
Punto 2	62.20	1000.00	mg/l
Punto 3	67.9	1000.00	mg/l

En la Tabla 5 se aprecian los resultados obtenidos para el parámetro Sólidos Totales Disueltos, según observamos las tres muestras sí cumplen con el límite máximo permisible establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

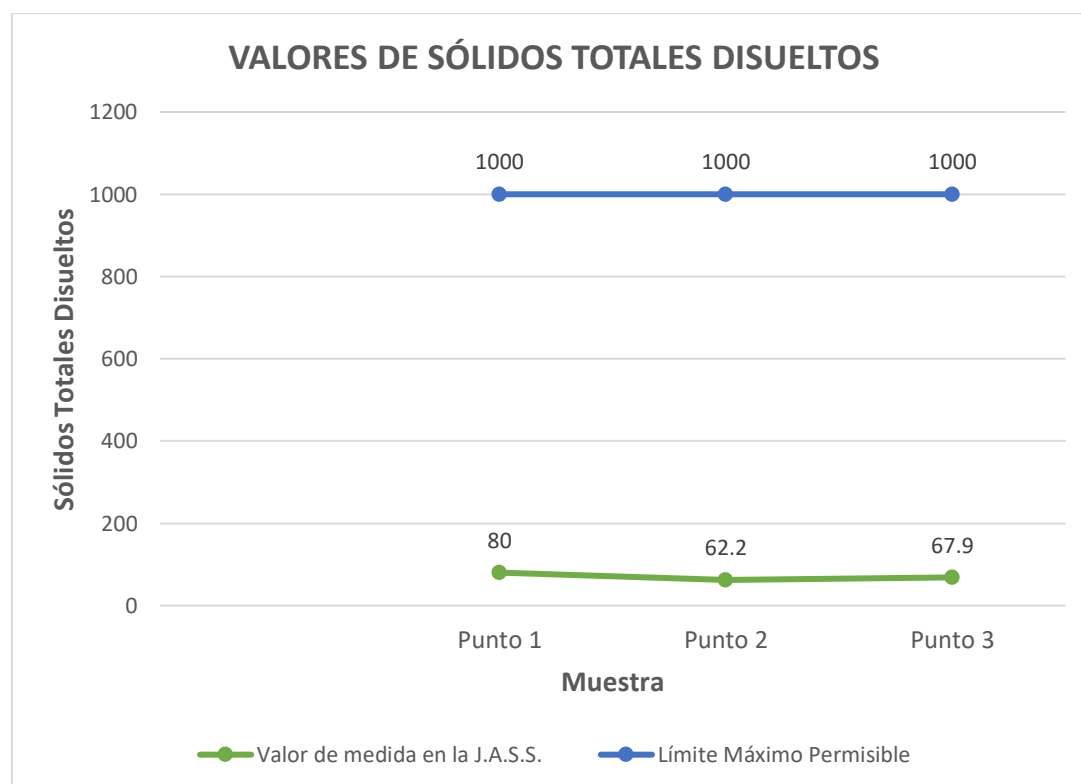


Figura 6. Valores de Sólidos Totales Disueltos

En la Figura 6 se observa de manera comparativa los valores obtenidos en los tres puntos de muestreo respecto a la variable Sólidos Totales Disueltos, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

Tabla 6.

Valores de temperatura

Muestra	Valor de medida en la J.A.S.S.	Variación Aceptable	Unidades
Punto 1	15.9	$\Delta 3$	$^{\circ}\text{C}$
Punto 2	18.90	$\Delta 3$	$^{\circ}\text{C}$
Punto 3	18.5	$\Delta 3$	$^{\circ}\text{C}$

En la Tabla 8, se observan los valores correspondientes al parámetro temperatura obtenido en los tres puntos de muestreo, encontrándose dichos resultados dentro del rango permitido establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

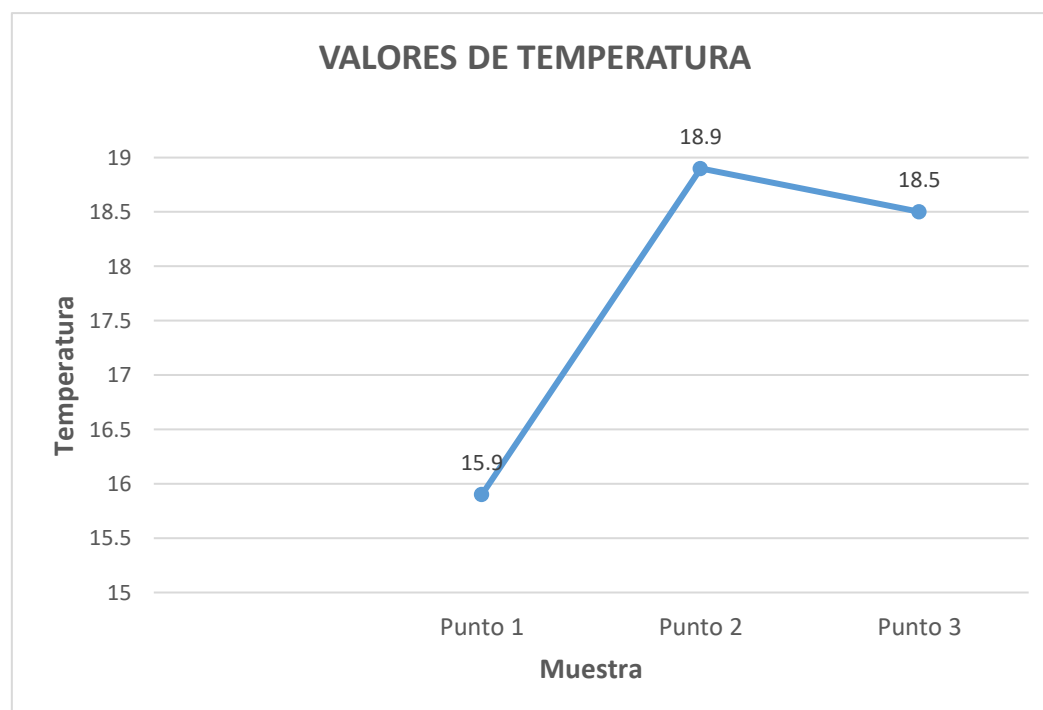


Figura 7. Valores de Temperatura

En la Figura 7 se observa de manera comparativa los valores obtenidos en los tres puntos de muestreo respecto a la variable temperatura, encontrándose dentro del rango permitido establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

TABLA 7.

Límites Máximos Permisibles de parámetros microbiológicos.

Parámetros	Unidad de Medida	Límite Máximo Permissible	Resultado de laboratorio Muestra 1 (M1)	Resultado de laboratorio Muestra 2 (M2)	Resultado de laboratorio Muestra 3 (M3)
Bacterias Coliformes Totales	UFC/100 mL	0 (*)	70	<1.8	<1.8
<i>Escherichia Coli</i>	UFC/100 mL	0 (*)	<1.8	<1.8	<1.8

UFC = Unidad formadora de colonias

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

En la Tabla 7 se pueden observar los valores obtenidos para los parámetros: Coliformes Totales y Coliformes Fecales. En el parámetro Coliformes Totales se puede observar que en el punto N°1 correspondiente a la captación de agua, sobrepasa el límite máximo permisible, mientras que, en los siguientes puntos correspondientes a reservorio y red domiciliaria, el valor está dentro de lo establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

La investigación tuvo como objetivo principal “Realizar una propuesta de mejoramiento en el proceso de potabilización del agua de manantial en el Centro Poblado Cerrillo - Los Baños del Inca, Cajamarca 2020”, para ello se realizó el análisis de agua en tres puntos de monitoreo, pertenecientes a: la captación del agua, reservorio y red domiciliaria. Los resultados fueron comparados con los límites máximos permisibles establecidos en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA, producto de ello los resultados de la investigación son:

En la Tabla 3 se observan los valores de pH obtenidos de los tres puntos de monitoreo correspondientes a: la captación de agua, reservorio y red domiciliaria. De las tres muestras, se obtuvieron valores que oscilan entre el rango de 6,5 a 8,5 establecido en el Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano D.S N°031 – 2010 – SA, por lo que los valores promedio de pH en los tres puntos de monitoreo se encuentran dentro de dicho rango de normalidad.

Los resultados obtenidos en este estudio, fueron similares a los registrados por Saldaña (2017) de las aguas procedentes para consumo humano del distrito de Bambamarca – Cajamarca, registrando en sus cuatro estaciones de monitoreo resultados dentro de los límites máximos permisibles de la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

Sin embargo, los resultados para pH de la presente investigación, difiere a los reportados por Ocas (2017) puesto que el autor de este estudio, analizó 5 manantiales

realizando 60 muestras de las cuales reportó que sus valores están dentro de los 5,10 a 6,68, por lo que, al encontrarse bajo el rango de los ECA para Agua, se deduce que el agua de los manantiales estudiados por este autor es ligeramente ácida. Esto posiblemente debido a las infiltraciones del agua de escorrentía causada por las precipitaciones que a su paso disuelven las rocas generando iones que ocasiona la acidez.

En la Tabla 4 correspondiente a los Valores de Conductividad obtenidos durante el periodo de ejecución de este trabajo, se registró una conductividad eléctrica que se mantuvo entre 62,20 a 80,00 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, siendo el valor mínimo registrado en el punto correspondiente al reservorio del agua del manantial y el valor máximo registrado en el punto de muestreo correspondiente a la red domiciliaria, dichos valores se encuentran bajo el valor de 1500 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ cumpliendo con lo establecido en el D.S N°031 – 2010 – SA DIGESA

Los resultados contrastan con los obtenidos por Saldaña (2017) el cual obtuvo resultados donde se observa que la conductividad en sus cuatro estaciones de monitoreo, tienen un promedio de 501.08 $\mu\text{S}/\text{cm}$, siendo más del cuádruple encontrado en nuestra investigación, probablemente porque en la zona de estudio de Saldaña existe una mayor cantidad de sales o sólidos disueltos en el agua a causa de precipitaciones, pero aun así se encuentran por debajo de 1500 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ señalados en la norma peruana.

En la tabla 5 se muestran los Valores de Sólidos Totales Disueltos, los cuales se encuentran en un rango de 62.20 a 80 mg/l, dando el menor valor en el reservorio y el mayor valor correspondiente a la captación de agua, estos resultados cumplen con lo establecido en el D.S N°031 – 2010 – SA DIGESA.

Sin embargo, estos resultados se encuentran muy por debajo a los valores del agua subterránea procedentes de los Municipios de la Paz reportados por Zhen (2009), los cuales varían entre 213.00 a 268.00 mg/l, esto probablemente por la mayor presencia de sales inorgánicas, así como mayor concentración de materia orgánica disuelta en el agua.

La tabla 6 corresponde a la variable temperatura la cual presentó poca variación, apenas de 3°C y establecidos en un rango de 15.9 a 18.9° C, los resultados obtenidos en esta investigación fueron similares a los descritos por Ocas (2017) en los que la temperatura del agua de los manantiales muestreados oscila de 14,40 a 19,0 °C.

Por otro lado, los valores de la investigación se encuentran por encima a los reportados por Atencio (2018) en la zona de Pasco, los cuales presentan un valor máximo de 8.9°C, pero aun así encontrándose dentro de la normativa correspondiente, la variación posiblemente por la diferente ubicación geográfica de las zonas de estudio.

La Tabla 7 muestra la evaluación de los resultados para los parámetros microbiológicos: Coliformes Totales y Coliformes Fecales del agua, donde se puede visualizar que todas las muestras se encuentran dentro del límite máximo permisible a excepción del punto N°1 correspondiente a la captación del agua, el cual arroja una concentración es de 70 UFC/100 mL, encontrándose fuera del rango establecido de acuerdo al Decreto Supremo N° 031 – 2010 - SA “Reglamento de la Calidad de Agua para Consumo Humano” donde se menciona que el agua es considerada potable cuando la presencia de Coliformes Totales y Fecales debe ser 0 UFC/100 mL, en tal sentido se considera que en el punto N°1: Captación de Agua el agua se encuentra contaminada y no es apta para consumo humano.

El resultado obtenido es similar a lo encontrado por Atencio (2018) en cuanto a que el reporta valores de Coliformes Totales que sobrepasan el 0 UFC/100MI establecido, al igual que en nuestro estudio, encontrando en sus muestras concentraciones de 900 y hasta 1000 UFC/100mL, así como 1 UFC/ 100MI respecto a Coliformes Fecales, por lo cual se determina en este caso que el agua no es apta para el consumo humano. Tales resultados pueden deberse a que las zonas de captación del agua muestreada en su estudio, son zonas cercanas a las usadas para pastoreo de ganado por parte de la población.

Ya que únicamente el parámetro de Coliformes se encuentra fuera del Límite Máximo Permisible, para que el proceso de potabilización pueda llegar a ser totalmente óptima se realiza la siguiente propuesta de mejoramiento:

❖ **Desinfección del Punto N°1: Captación de agua mediante el uso de Hipoclorito de Calcio.**

En el caso del presente estudio, al verse solo afectado el punto correspondiente a la captación es necesario la desinfección de la misma, para esto se ha considerado el uso del Hipoclorito de Calcio como lo sugieren las diversas investigaciones estudiadas en los antecedentes, así también se tomó como base lo planteado por el Grupo Mhad Construcción & Consultoría en un proyecto desarrollado en la localidad Muñuño, Distrito Cutervo, Provincia de Cutervo – Cajamarca. Así se tiene que el procedimiento a seguir es:

- ✚ Quitar piedras y maleza
- ✚ Limpiar canal de escurrimiento y salida de tubería de desagüe.
- ✚ Limpiar y lavar el interior de la captación, frotar paredes y piso, esquinas,

cono de rebose, remover la tierra y el sarro.

- ✚ Los operadores/as deben de colocarse los equipos de protección personal
- ✚ Prepara una solución de cloro en función de la y de acuerdo al volumen de la captación, aplicar la fórmula para preparación de soluciones:
$$P = D \times V / (\% \times 10)$$
- ✚ Con una parte de la solución restregar paredes y fondo de la instalación.
- ✚ Llenar con agua la instalación y añadir la solución restante, dejar que la solución permanezca 2 horas.
- ✚ Desaguar y lavar las paredes con bastante agua.

Con esta medida se eliminan bacterias y microorganismos de la captación de agua de un sistema de abastecimiento, adicionalmente también se puede considerar la limpieza del punto mediante participación de la comunidad, en periodos mensuales, trimestrales y anuales. De esta manera se busca asegurar una limpieza, desinfección y mantenimiento lo más adecuado posible del punto de captación de agua.

❖ **Medidas complementarias:**

Limpieza externa:

- Limpieza de piedras y malezas de la zona aledaña a la captación.
- Limpiar el canal de escurrimiento y la salida de la tubería de desagüe.

Limpieza interna:

- Abrir la tapa metálica de la cámara seca.
- Cerrar la válvula de salida.
- Abrir la tapa metálica de la cámara húmeda.
- Quitar el cono de rebose para que salga el agua por la tubería y desaguar.

- Remover la tierra que se encuentra en el fondo.
- Limpiar con escobilla la suciedad del piso, paredes y accesorios.
- Baldear y dejar que el agua salga eliminando toda la suciedad.

Mantenimiento

- Girar las válvulas para que no se endurezcan. Dar un cuarto (1/4) de vuelta hacia la izquierda y derecha.
- Limpiar el canal de escurrimiento.
- Limpiar el dado de protección de la tubería y el emboquillado del canal de limpia.
- Lubricar y aceitar las válvulas de control.
- Verificar la protección del afloramiento y la cámara húmeda.
- Pintar elementos metálicos (tapas válvula de control, etc.).
- Pintar paredes exteriores y techo de la captación.

Sugerencias adicionales

- Se deberá sellar la zona del afloramiento e instalar una tapa sanitaria provista de un seguro para evitar que manos extrañas la retiren.
- La salida de la tubería de limpieza y desagüe debe protegerse con una malla metálica para evitar la entrada de animales pequeños.
- Instalar un cerco perimétrico para evitar que personas y animales puedan dañar la estructura.
- Después de cada limpieza o reparación será necesario desinfectar la cámara húmeda.
- Si hay fugas o grietas, resanar la parte dañada.

4.2 Conclusiones

- Se logró efectuar el diagnóstico actual de las estructuras y componentes del sistema de potabilización del agua de manantial del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020, observando que únicamente en el punto correspondiente a la captación de agua se encuentra contaminada.
- Se identificó las falencias en el tratamiento de potabilización del agua de manantial utilizada para consumo humano del Centro Poblado Cerrillo, Baños del Inca, Cajamarca 2020.
- Se verificó que la medida de los parámetros físicos y químicos en el agua de manantial utilizada para consumo humano del C.P. Cerrillo se encuentran dentro del Límite Máximo Permisible, mientras que en los parámetros microbiológicos se encuentran fuera del Límite Máximo Permisible establecido por el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano D.S 031-2010 SA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, O y Navarro, B. (2018). Evaluación de la calidad de agua para consumo humano de la comunidad de Llañucancha del distrito de Abancay, provincia de Abancay 2017. (Tesis de Titulación). Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú. Recuperado de <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/130/Tesis-Evaluaci%C3%B3n%20de%20la%20calidad%20de%20agua%20para%20consumo%20humano.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Atencio, H. (2018). Análisis de la calidad del agua para consumo humano y percepción local en la población de la localidad San Antonio de Rancas, del Distrito de Simón Bolívar, Provincia y Región Pasco – 2018 (Tesis de titulación). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Pasco, Perú. Recuperado de http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/428/1/T026_70776177_T.pdf

Castillo, T. (2016). Control fisicoquímico del sistema de tratamiento de agua potable en el Distrito de Sucre (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca Perú. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_c0cfc9fafdd0448763f96e5922043085/Details

Chanaluisa, A. (2015). Optimización del sistema de agua potable ubicada en la parroquia Enokanqui del cantón Joya de los Sachas (Tesis de Titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. Recuperado de <https://1library.co/document/zlgj01gy-optimizacion-sistema-potable-ubicada-parroquia-enokanqui-canton-sachas.html>

Díaz, W. (2017). Evaluación y optimización de la planta de tratamiento de agua potable del municipio de tena en el departamento de Cundinamarca (Tesis de Titulación). Universidad Católica de Colombia, Cundinamarca, Bogotá. Recuperado de https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14490/1/Trabajo_21.pdf

Hernández, C. (2016). 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 de Licenciatura). Universidad Nacional, Limón, Costa Rica. Recuperado de <https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/13212>

Ocas, R. (2017). Calidad del agua de los manantiales que abastecen a la población del caserío de Pomabamba - distrito de Jesús - provincia de Cajamarca (Tesis de Titulación). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú. Recuperado de http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1731/Tesis_Calidad%20de%20Agu%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y

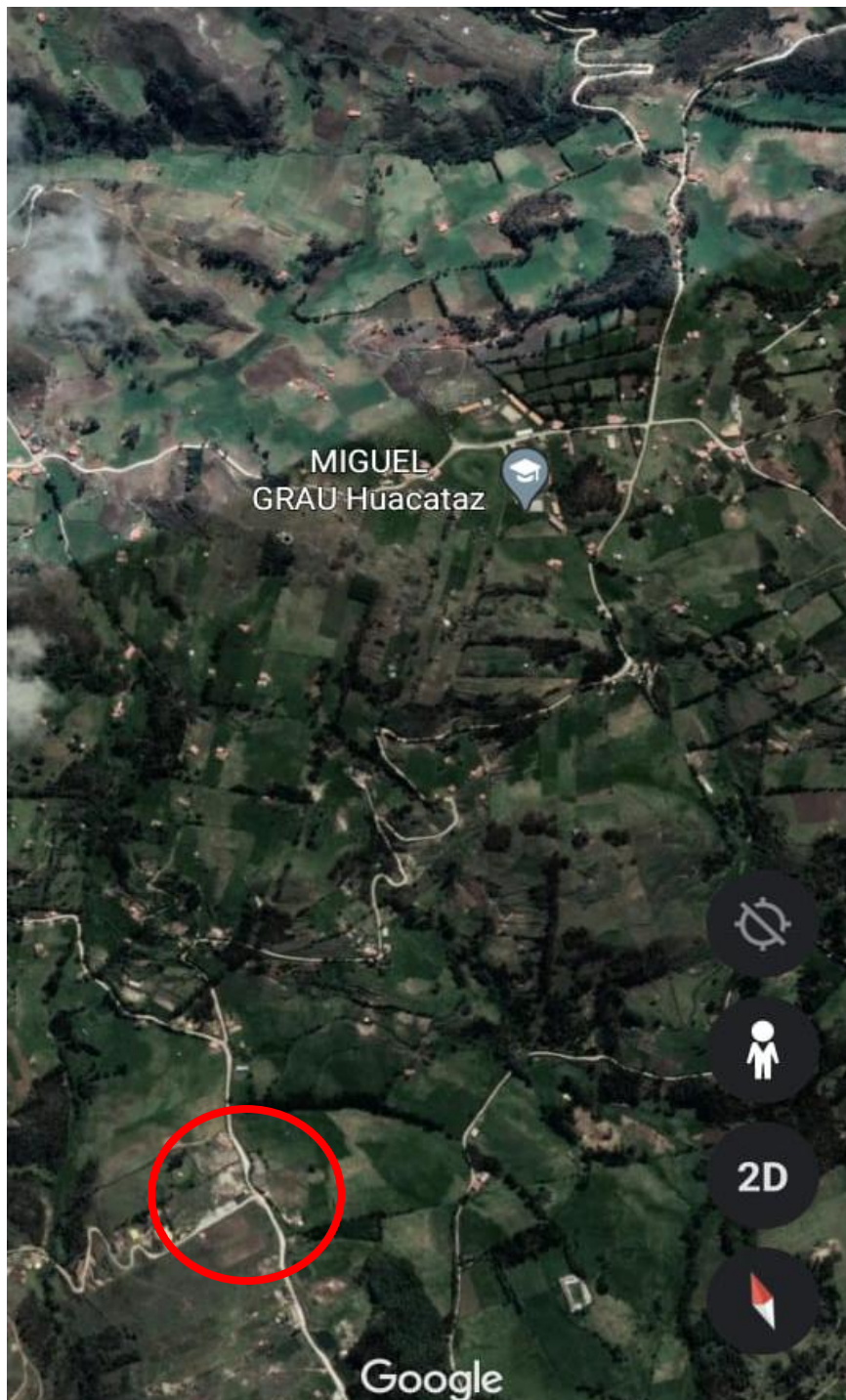
Rodríguez, R., Martínez, C., Hernández, D., De Lucas, J., y Acevedo, M. (2003). Calidad del agua de fuentes de manantial en la zona básica de salud de Sigüenza. *Revista Española de Salud Pública*, 77(3), pág. 19-3. Recuperado de http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1135-57272003000300012

ANEXOS



Figura 8. Mapa ubicación de Zona de Estudio

Fuente: Google Earth



$7^{\circ}04'53''S$ $78^{\circ}28'16''W$

Figura 9. Ubicación aproximada de la zona de estudio.

Fuente: Google Earth.



Figura 10. Desvíos referenciales propia de la comunidad.



Figura 11. Camino a JASS QUINUAPATA, presencia de nacientes de agua.



Figura 12. Ingreso JASS QUINUAPATA.



Figura 13. Camino a la captación de agua.



Figura 14. Punto N°1 de muestreo: captación de agua.



Figura 15. Resultados in situ T° y pH del Punto N°1 de muestreo: captación de agua.



Figura 16. Punto N°2 de muestreo: Reservorio.



Figura 17. Punto N°3 de muestreo: Red domiciliaria.



Figura 18. Valores de T° y Ph encontrados in situ Punto N°3 de muestreo: Red domiciliaria.

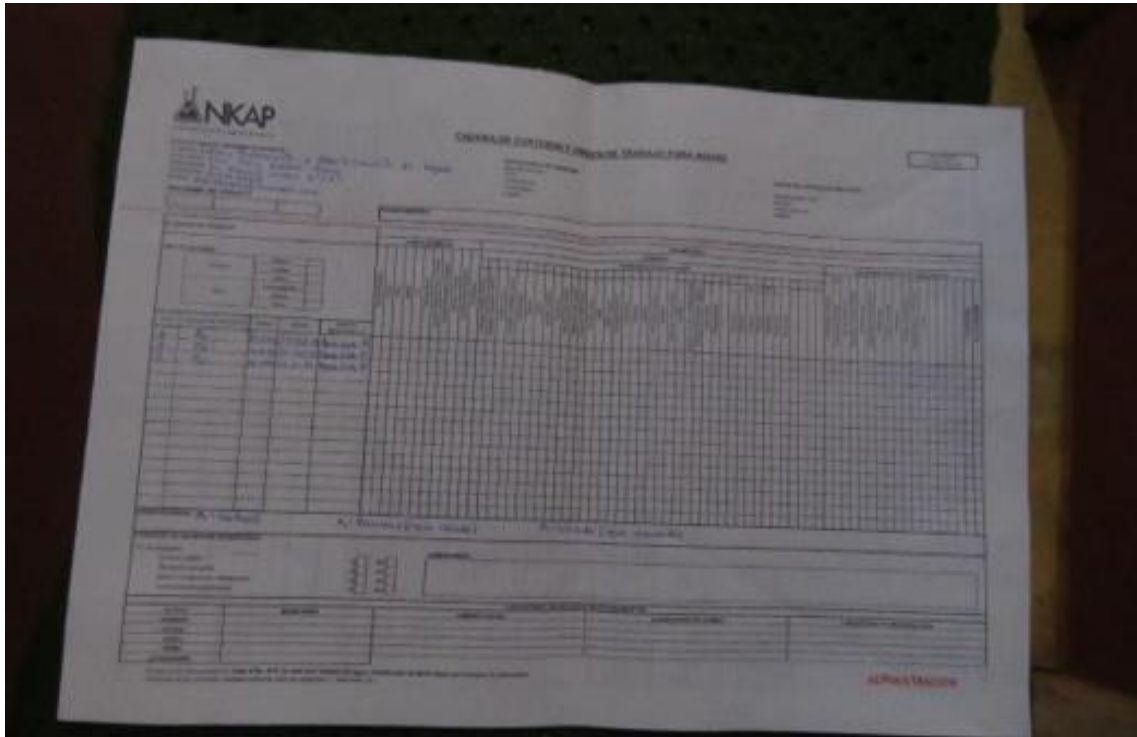


Figura 19. Cadena custodia.

Código de Laboratorio			C-147-01
Código de Cliente			M1: Captación
Item de Ensayo			Agua Subterránea (Manantial)
Fecha de Muestreo			29/05/2019
Hora de Muestreo			12:04
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Cofirmes Totales*	NMP/100mL		70
Escherichia Coli	NMP/100mL		<1.8

Código de Laboratorio			C-147-02
Código de Cliente			M2: Reservorio (agua clorada)
Item de Ensayo			Agua Subterránea (Manantial)
Fecha de Muestreo			29/05/2019
Hora de Muestreo			12:15
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Cofirmes Totales*	NMP/100mL		<1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL		<1.8

Código de Laboratorio			C-147-03
Código de Cliente			M3: Vivienda (agua consumida)
Item de Ensayo			Agua Subterránea (Manantial)
Fecha de Muestreo			29/05/2019
Hora de Muestreo			12:40
Parámetro	Símbolo	Unidad	
Cofirmes Totales*	NMP/100mL		<1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL		<1.8

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA



Los resultados del informe corresponden a los ensayos solicitados para los ítems recibidos.

Prohibida la reproducción total o parcial sin el permiso de NKAP S.R.L.

*Todos los resultados de los ensayos son considerados confidenciales.

*Las muestras serán eliminadas al término del tiempo de almacenamiento, salvo requerimiento expreso del cliente.

*Informes de ensayo no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Sede Principal: Av. 02 Mz. C, Lot. 5 Parque Industrial - La Esperanza - Trujillo - Perú

Sede Cajamarca: Libre Para Calle Mz. F, Lot. 16 Campo Real - Cajamarca - Perú

Central 51 - 44 - 280426

www.nkap.com.pe

Figura 20. Resultados microbiológicos y parasitológicos. emitidos por el laboratorio NKAP.