



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DE AGUA DEL SECTOR A EN EL CENTRO POBLADO PUYLLUCANA, DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CAJAMARCA”

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Ambiental

Autores:

STEFANY CASTRO CÁCERES

Asesor:

MSc. Ing. MANUEL ROBERTO RONCAL RABANAL

Cajamarca - Perú

2017

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El asesor Manuel Roberto Roncal Rabanal, Docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Ambiental, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la investigación del(os) estudiante(s):

- Stefany Castro Cáceres

Por cuanto, **CONSIDERA** que el trabajo de investigación titulado: “EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SECTOR A EN EL CENTRO POBLADO PUYLUCANA, DISTRITO BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA” para optar al grado de bachiller por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas por lo cual **AUTORIZA** su presentación.

MSc. Ing. Manuel Roberto Roncal Rabanal

Asesor

ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El comité del trabajos de investigación, conformado por: el Mg. Ing Gary Christian Farfán Chilicaus, MSc. Ing. Gladys Sandi Licapa Redolfo, Ing. Rolando Iván Ramos Morante.; designados mediante el director de la carrera de Ingeniería Ambiental, ha procedido a realizar la evaluación del trabajo de investigación del (los) estudiante(s): *Stefany Castro Cáceres*; para aspirar al grado de bachiller con el trabajo de investigación: "EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DEL SECTOR A EN EL CENTRO POBLADO PUYLUCANA, DISTRITO BAÑOS DEL INCA – CAJAMARCA"

Luego de la revisión del trabajo en forma y contenido los miembros del jurado acuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo: Excelente [18 -20]

Calificativo: Excelente [18 -20]

Sobresaliente [15 - 17]

Sobresaliente [15 - 17]

Buena [13 - 14]

Buena [13 - 14]

Desaprobación

Firman en señal de conformidad

Mg. Ing Gary Christian Farfán

Chilicaus

Miembro del Comité

MSc. Ing. Gladys Sandi Licapa

Redolfo

Miembro del Comité

Ing. Rolando Iván Ramos Morante

Miembro del Comité

DEDICATORIA

A Dios:

Por darme la oportunidad de tener una linda familia, por guiarme por camino del bien, por permitirme cumplir una de mis mayores metas.

A Mis Padres:

Miguel Grimaldo Castro Darma

Por apoyarme en los buenos y malos momentos, por la confianza que me brindaste, por los consejos y los ánimos que me das, por enseñarme a luchar frente a los obstáculos, porque eres un gran ejemplo de vida y de lucha.

Mercedes Cáceres Cordero

Por luchar día a día para brindarnos lo mejor, por ser mi orgullo, por la confianza, por entenderme y aconsejarme, por los sacrificios, por estar siempre en los buenos y malos momentos.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Universidad Privada del Norte y a la Facultad de Ingeniería Ambiental, por ayudarme con mi crecimiento profesional y personal.

Al Ing. Gary Christian Farfán Chilicaus, por la confianza y las enseñanzas durante mi formación académica.

A mi asesor Ing. Manuel Roberto Roncal Rabanal, por su valioso apoyo, colaboración, recomendaciones y enseñanzas para el desarrollo de la presente investigación

TABLA DE CONTENIDO

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	2
ACTA DE EVALUACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE FIGURAS	10
RESUMEN	11
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad problemática	13
1.2. Antecedentes	16
1.3. Justificación	17
1.4. Importancia	18
1.5. Alcance	18
1.6. Limitaciones	18
1.7. Formulación del problema	19
1.8. Objetivos	19
1.8.1. Objetivo General	19
1.8.2. Objetivos Específicos	19

1.9. Hipótesis	19
1.10. Operacionalización de Variables	20
CAPÍTULO II METODOLOGÍA	22
2.1. Diseño de investigación	23
2.1.1. Tipo de diseño de investigación	23
2.1.2. Diseño de investigación	23
2.1.3. Modalidad de investigación	23
2.2. Unidad de estudio	24
2.3. Área de estudio	24
2.4. Población	28
2.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	28
2.5.1. De recolección de información	28
CAPÍTULO III RESULTADOS	30
3.1. CAPTACIÓN DEL AGUA	31
3.2. RESERVORIO	34
3.3. DOMICILIO	37
3.4. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS A LO LARGO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN	40
3.5. CONCLUSIONES	44
3.6. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS	46

ANEXOS	48
ANEXO N°1	48
ANEXO N°2	52
Análisis de laboratorio:	52
ANEXO N°3	55
ANEXO N°4	56
ANEXO N°5	57

ÍNDICE DE TABLAS

- TABLA N° 1** Operacionalización de Variable dependiente
- TABLA N° 2** Operacionalización de Variable independiente
- TABLA N° 3** Resultados de los parámetros físicos tomados en campo
- TABLA N° 4** Resultados de la captación laboratorio químico UPN
- TABLA N° 5** Resultados en la captación laboratorio Regional del Agua - Cajamarca
- TABLA N° 6** Resultados de los parámetros físicos tomados en campo
- TABLA N° 7** Resultados del reservorio en el laboratorio químico UPN
- TABLA N° 8** Resultados del reservorio en el laboratorio Regional del Agua – Cajamarca
- TABLA N° 9** Resultados de los parámetros físicos tomados en campo
- TABLA N° 10** Resultados del domicilio en el laboratorio químico UPN
- TABLA N° 11** Resultados del domicilio en el laboratorio Regional del Agua – Cajamarca
- TABLA N° 12** Resultados de parámetros físicos
- TABLA N° 13** Resultados coliformes

ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Ubicación del centro poblado PuyLucana
- Figura 2. Localización del sector A (Esperanza), y el centro poblado de PuyLucana
- Figura 3. Captación de agua
- Figura 4. Reservorio
- Figura 5. Domicilio
- Figura 6. Comparación del pH
- Figura 7. Comparación de la Conductividad
- Figura 8. Comparación del TDS
- Figura 9. Comparación de Turbiedad
- Figura 10. Comparación de Coliformes Fecales
- Figura 11. Comparación de Coliformes Totales
- Figura 12: Ruta a la captacion.
- Figura 13. Captación
- Figura 14: Reservorio para el sector A.
- Figura 15: Tanque de almacenamiento de cloro.
- Figura 16: Interior del reservorio y sistema de cloración.
- Figura 17: Recolección de muestras del reservorio.
- Figura 18: Recolección de muestras del domicilio.
- Figura 19: Muestras de agua potable.
- Figura 20: Muestras de agua de la captacion, reservorio y domicilio
- Figura 21: Resultaodos del análisis de coliformes totales.
- Figura 22: Conteo de Coliformes totales en el agua del domicilio.
- Figura 23. Muestras de agua de la captación, reservorio y domicilio.
- Figura 24: Conteo de coliformes totales en el agua del reservorio.
- Figura 25: Muestra de agua del domicilio
- Figura 26: Preparación de la muestra del agua de domicilio
- Figura 27: Muestras del agua de la captación, reservorio y domicilio, listos para ser encubados.
- Figura 28: Resultado de coliformes termo tolerantes del agua de la captación.
- Figura 29: Resultado de coliformes termo tolerantes del agua del domicilio
- Figura 30: Informes del laboratorio regional de Cajamarca, de la captación
- Figura 21: Informes del laboratorio regional de Cajamarca, del reservorio.
- Figura 32: Informes del laboratorio regional de Cajamarca, del domicilio.

RESUMEN

El monitoreo se realizó en el manantial perteneciente a la sub cuenca del Bajo Chonta, en el centro poblado de PuyLucana perteneciente al distrito de Baños del Inca en Cajamarca, se evaluó la calidad de agua de su reservorio que es el primer abastecimiento de agua para consumo humano, la cual nos permite evaluar la calidad de dicha agua que abastece a la población.

La variación en la concentración de elementos químicos, sales y compuestos orgánicos y el diagnóstico aquí presentado solo se refiere a la situación puntual del momento de evaluación para este sector. Se evaluaron 12 parámetros físico-químicos y biológicos, en 3 estaciones de muestreo para este sector (Captación, Reservorio y Domicilio). Los resultados muestran que el agua analizada en este sector, presenta diferencias en la concentración de elementos minerales, en la presencia de compuestos orgánicos e inorgánicos y sales disueltas a lo largo del sector analizado. Además, existe una mayor concentración de coliformes fecales en el punto de muestreo del reservorio y domicilio según los LMP's (23 NMP/100 ml. y 30 NMP/100 ml. respectivamente), con respecto del punto de muestreo de la captación la cual también es elevada según los ECA's (161 NMP/100 ml.), en la mayoría de los puntos de muestreo coliformes fecales y totales están elevados.

Se analizaron una serie de parámetros de tipo físico, químico y biológicos, después los datos obtenidos en la captación se compararon con el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) según el D.S. N°004-2017-MINAM, en el reservorio y el domicilio se compararon con los Límites Máximos Permisibles (LMP) del reglamento de calidad del agua para el consumo humano según el D.S. N°031-2010-SA.

PALABRAS CLAVES: Compuestos orgánicos, compuestos inorgánicos, calidad ambiental.

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La calidad microbiológica del agua de consumo humano es de gran importancia y el monitoreo de un indicador bacteriano tal como el Coliforme total y el termotolerante debe dársele la más alta prioridad dentro de la política del Abastecedor de agua. (OMS, 1984). De otra parte, la contaminación química también es importante, pero ello no está asociado con efectos agudos sobre la salud humana y por lo tanto debe tener una menor prioridad que la evaluación de la contaminación bacteriológica y que muchas veces resulta irrelevante en zonas donde enfermedades relacionadas con el agua y enfermedades parasitarias muestran elevados índices de prevalencia (Galal-Gorchev, 1986, OMS 1995).

No obstante, el agua de buena calidad no es generalmente suficiente para asegurar la buena salud, es necesario que sean satisfechos tres aspectos adicionales: continuidad, cantidad y costo razonable. Adicionalmente, y al margen de las responsabilidades del abastecedor, los consumidores deben tener conocimientos acerca del uso apropiado del agua, de la adecuada nutrición e higiene de los alimentos, así como la correcta disposición de excretas. Estas actividades de apoyo deben ser realizadas a través de programas educativos y complementarios a las actividades propias del Abastecedor a fin de evitar la creencia e impresión de que la calidad de agua por sí sola, previene las enfermedades (Stenström, 1988).

Hasta hace pocos años, se consideraba a los coliformes totales como indicadores de contaminación del agua. Sin embargo, se ha demostrado que solamente algunas de las especies que conforman este grupo son de origen fecal mientras que otras pueden estar presentes en forma natural en diferentes ambientes acuáticos. Actualmente, los coliformes totales se emplean para evaluar la calidad higiénica del agua y el grupo de bacterias coliformes termotolerantes, para evaluar la calidad sanitaria del agua, calidad que está relacionada con la transmisión de patógenos (ALLEN, 1996).

El control de los parámetros físico-químicos y microbiológicos es muy importante tanto en los sistemas de potabilización como de depuración del agua. Sin embargo, en los lugares donde el agua es consumida por el hombre o es reutilizada, el factor de riesgo más importante está asociado con la exposición a agentes biológicos que incluyen bacterias patógenas, helmintos, protozoos y virus entéricos (Asano y Levine, 1998).

Desde el punto de vista de la salud pública, los virus entéricos son el grupo de organismos patógenos más críticos, debido a que la dosis mínima infecciosa es muy baja, son muy

resistentes a los sistemas de desinfección y el control a nivel de laboratorio es costoso (Ayres y Wescot, 1987; Wescot y Ayres, 1990).

Las enfermedades emergentes son aquellas cuya incidencia en los seres humanos ha aumentado en las dos últimas décadas (dengue, cólera, resistencia microbiana). Las enfermedades reemergentes son las que reaparecen después de una disminución significativa en su incidencia (malaria, tuberculosis, peste).

Es un buen indicador de la eficiencia del tratamiento de aguas manantiales. Cuando está presente en el agua potabilizada y desinfectada indica fallas en el tratamiento o en la desinfección. Su presencia en aguas cloradas se asocia con deficiencias en la filtración. Debido a su alta resistencia las esporas pueden indicar, de forma indirecta, la presencia de quistes de protozoarios (Rolim, 2000).

La vigilancia puede definirse como "la continua y vigilante evaluación e inspección sanitaria de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas públicos y privados de abastecimiento del agua de consumo humano desde el punto de vista de la salud pública". (OMS, 1988).

A su vez, el control de la calidad de agua ha sido definido como 'la evaluación continua de las características del agua en la fuente, planta de tratamiento y sistema de distribución, así como de la seguridad del sistema de abastecimiento de agua propiamente dicho (fuente, planta y red de distribución) a fin de cumplir con las normas nacionales o institucionales de la calidad del agua de consumo humano' (Rojas, 1992).

En la ciudad de Cajamarca frente al conflicto ambiental existente, el usuario desconfía de la calidad de agua que consume, en base a supuestos que el agua no cumple con los estándares nacionales e internacionales de calidad y que estaría afectando a la salud pública. Siendo el agua el recurso indispensable para la vida del hombre y todo ser viviente, se hace necesario realizar trabajos de investigación sobre la calidad del agua, cuyos resultados nos permitirán plantear alternativas de mitigación y/o solución a la problemática sobre la calidad y la cantidad de agua que afecta a la población de Cajamarca.

El principal problema con respecto al agua, es la captación que se realiza en el centro poblado, la cual no se encuentra con estudios preliminares de Línea Base, por lo que en la actualidad se desconoce la calidad del agua pre y post tratadas en el reservorio, debiendo considerar que es agua para consumo humano directo.

Estudios realizados establecen una relación clara entre las fuentes de contaminación de los suelos y de las aguas subterráneas. Se sabe que los microorganismos que provienen del

agua que se aplica al suelo, se pueden transportar o eliminar dependiendo de una serie de mecanismos (Bitton y Harvey, 1992).

El agua de calidad apta para consumo humano cuando entra al sistema de distribución, puede contaminarse a través de conexiones trazadas, rotura de las tuberías del sistema de distribución, conexiones domiciliarias, cisternas y reservorios defectuosos.

En el distrito de Baños del Inca existen diversas problemáticas en cuando al tratamiento y abastecimiento del agua potable por el simple hecho de estar en épocas de estiaje y al no contar con una planta de tratamiento adecuada y moderna. Por otra parte, el puquio que usan como fuente principal de captación está prácticamente seco siendo uno los problemas más resaltantes en este distrito.

Debido a los problemas y a la falta de interés de las autoridades de esta localidad, los Centro Poblados han tomado la decisión de establecer organizaciones como las JASS (Junta Administradora de Agua y Saneamiento) para poder abastecer a sus comunidades de agua potable tal es el caso del centro poblado mayor de PUYLUCANA y la ESPERANZA, el cual desde hace unos años atrás viene manejando de una manera inadecuada un sistema de captación, cloración y repartición de agua para su población. Sin embargo, el método que se utiliza no es muy eficiente debido a que no vierten una cantidad adecuada de cloro a su sistema de potabilización generando que la calidad de agua se vea afectada.

En el siguiente trabajo de investigación se determinará la calidad de agua potable que abastece a la población del centro poblado mayor de PUYLUCANA y la ESPERANZA, comprándolos con los parámetros establecidos por el ANA (Autoridad Nacional del Agua) para el adecuado manejo, y a la vez se planteará si es necesario el requerimiento de alternativas de mejoramiento para una buena potabilización del agua.

En lo que respecta a control de calidad, la oficina encargada de esta actividad debe ser considerada como un organismo de apoyo en la toma de decisiones de la alta gerencia y de las oficinas encargadas de las actividades relacionadas con la producción y distribución del agua. En estos últimos casos, cuando esté de por medio la preservación y conservación de la calidad del agua de consumo humano, estas oficinas no deberán tomar ninguna acción si antes no han recibido la aprobación de la oficina de control de calidad. Al efecto, la oficina de control de calidad deberá proporcionar a los organismos pertinentes, las directivas destinadas a la conservación y/o mejoramiento de la calidad del agua. Estas directivas deberán estar basadas en los resultados del programa de control de calidad en sus dos aspectos básicos: calidad analítica e inspección sanitaria. (Rojas, 1992)

1.2. Antecedentes

En el año 2010 en México se realizó el estudio denominado Contaminación de ríos urbanos: El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz, en el cual se ha utilizado el Índice de Calidad del Agua (ICA) modificado a partir del propuesto por la National Sanitation Foundation de los Estados Unidos para evaluar la calidad del agua de los ríos urbanos. En este estudio se concluyó que la calidad del agua en la subcuenca del río Sordo se mantuvo en un intervalo de contaminada, el deterioro en la calidad del agua se asocia a la falta de infraestructura de saneamiento básico que permita recolectar y tratar las aguas residuales domésticas que son descargadas sin ningún tratamiento por parte de las poblaciones locales a lo largo del cauce del río Sordo y sus afluentes.

Entre los años 2002 y 2003 se desarrolló la tesis denominada caracterización ambiental de las aguas del riachuelo Huamanripa y del manantial Cochapampa de la quebrada Quillcayhuanca con fines de consumo humano, en la tesis se concluyó que la turbidez en las aguas del riachuelo en época de lluvia excede los límites máximos permisibles de la Organización Mundial de la Salud (OMS); así mismo el pH en las aguas del manantial se caracteriza por ser ligeramente ácido encontrándose fuera del límite mínimo permisible para la OMS. Con respecto a los metales evaluados (aluminio, arsénico, bario, cadmio, calcio, cobre, cromo, cobalto, hierro, magnesio, manganeso, mercurio, plomo, selenio y zinc) ninguno excede los límites máximos permisibles de la OMS.

En Cajamarca existen muy pocos estudios referentes a la calidad de agua para consumo humano. Plasencia (2009), basado en el bajo índice promedio de diversidad del fitoplancton ($H=1,46$), la presencia de coliformes en las aguas de los tres ríos estudiados y el análisis físico y químico y bacteriológico, afirma que las aguas de los ríos Grande, Porcón y Mashcón son de baja calidad.

La investigación sobre calidad de agua en el ámbito internacional, nacional y local pone en evidencia que tanto en número de estudios realizados en Cajamarca son deficientes, así como la falta de información o difusión de los resultados de monitoreo de calidad de agua, en base a lo cual se propone la presente investigación como medio para determinar la calidad de agua potable que se consume en la ciudad de Cajamarca.

1.3. Justificación

Según lo manifiesta Guerrero (2006), entre los factores que generan contaminación de las aguas están: el crecimiento de la producción y el consumo excesivo de energía, el crecimiento de la circulación vial, aérea y acuática, y el crecimiento poblacional que trae implícito el crecimiento de la cantidad de basura y desechos que se tiran e incineran.

El cambio climático es un desafío global que agrava los problemas de disponibilidad y calidad del agua potable, debido a los cambios esperados en los valores extremos de la temperatura y la precipitación. Los impactos del cambio climático aumentan en magnitud en la medida de la vulnerabilidad de los sistemas naturales o humanos se incrementa. Para estos últimos influyen las circunstancias de rezago y desigualdad, tanto económica como social.

Una combinación de problemas económicos y socioculturales sumados a una carencia de programas de superación de la pobreza, ha contribuido a personas que viven en condiciones precarias a sobreexplotar los recursos naturales, lo cual afecta negativamente la calidad del recurso agua; las carencias de medidas de control de la contaminación dificultan el uso sostenible del vital líquido. Según los actores, la causa de los problemas es la destrucción del bosque, uso no adecuado del suelo, la falta de conciencia de conservación de los recursos naturales, y baja escolaridad de los pobladores. Sobre las consecuencias del problema, casi todos coinciden en la contaminación e insalubridad existente como efecto inmediato de la degradación de los recursos. El deterioro de la calidad del agua causado por la contaminación influye sobre el uso de las aguas curso abajo, amenaza la salud humana y el funcionamiento de los sistemas acuáticos, reduciendo así la efectiva disponibilidad e incrementando la competencia por el agua de calidad.

La calidad microbiológica de las fuentes de agua repercute de gran manera en la calidad sanitaria del agua que se distribuye a una población y esta a su vez repercute de manera significativa en la salud de las personas y en la salud de los ecosistemas (OMS 2006; UNWATER et. al. 2010).

Esto se debe a que el agua y los microorganismos que en ellos se contiene, son los principales transmisores de las enfermedades de origen hídrico, las cuales generan gastroenteritis que van desde diarreas leves a procesos mucho más graves como las diarreas severas y las disenterías, las cuales afectan con mayor impacto a la población inmunológicamente comprometida, como los niños, los ancianos y los que presentan enfermedades inmune deficientes (Rojas 2002; OMS 2004; Aurazo de Zumaeta 2004).

El agua es un recurso escaso debido a los problemas de sequías, y al mal uso que se le viene dando; por tal es de suma importancia el realizar mejores monitoreos y captaciones, que pueda abastecer las necesidades básicas de la población.

1.4. Importancia

Este proyecto es importante porque contribuirá al conocimiento de la calidad del agua que consume la población del centro poblado PuyLucana y la Esperanza, permitiéndoles conocerlas evaluaciones de los parámetros físicos y biológicos que se realizaron, acorde a sus necesidades, así mismo ayudara a mejorar las condiciones de salubridad de la población, disminuyendo los peligros de epidemias debido a enfermedades relacionadas con el agua.

El presente trabajo espera contribuir directamente en el dicho propósito, de modo que las aguas captadas y transportadas al reservorio, tenga una adecuada evaluación y cloración para optimas características para el consumo humano, teniendo características de seguridad, economía y funcionamiento adecuados para la mantención de la captación y reservorio. Con los beneficios que obtendrá la población del centro poblado de PuyLucana y la Esperanza.

1.5. Alcance

El proyecto de investigación es de naturaleza descriptiva, ya que los tipos de muestras realizadas se tomaron en tres puntos (captación, reservorio y disposición final), para el análisis de coliformes fecales, coliformes totales, dureza, fosforo, nitratos salinidad, TDS, oxígeno disuelto, conductividad, turbidez, temperatura y pH.

Los resultados obtenidos nos permitirán comparar las muestras tomadas y analizadas con los límites máximos permisibles de agua para consumo humano.

1.6. Limitaciones

- Accesibilidad a la zona de monitoreo.
- Factor económico para analizar las muestras
- Apoyo de la municipalidad distrital de Baños del Inca para un buen resultado de los análisis de monitoreo.
- Desconocimiento de la población sobre el cuidado del agua en la captación y reservorio.
- Toma y transporte de muestras en la captación y reservorio.

1.7. Formulación del problema

¿El agua potabilizada del centro poblado mayor de PuyLucana es apta para el consumo humano?

1.8. Objetivos

1.8.1. Objetivo General

- Determinar la calidad de agua que consume el Centro Poblado Mayor PuyLucana del distrito de Baños del Inca.

1.8.2. Objetivos Específicos

- Reconocer el método de potabilización que utilizan en el Centro Poblado Mayor PuyLucana.
- Determinar las falencias que tiene el método de potabilización que emplean, y brindar alternativas de solución.

1.9. Hipótesis

El agua potabilizada para consumo humano del centro poblado mayor de PuyLucana no es apta para su uso.

1.10. Operacionalización de Variables

- Calidad del agua potable.
- Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua potable.

TABLA N° 1

Operacionalización de Variable

Variable	Definición	Indicadores	Índice
Calidad del agua potable	Conjunto de propiedades físicas, químicas y bacteriológicas, en asociación con el material mineral y orgánico disuelto o en suspensión, cuyos niveles no excedan a los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad vigente.	<ul style="list-style-type: none"> - Estándar de Calidad Ambiental para Agua. - Límite Máximo Permisible. 	<ul style="list-style-type: none"> - DS. N°004–2017–MINAM. - DS N° 031-2010-SA.

Fuente: Elaboración Propia, 2017

TABLA N° 2

Operacionalización de Variable

Variable	Definición	Indicadores	Índice
	Parámetros físicos.		
	Relacionados con los sentidos del tacto, olor y sabor.	<ul style="list-style-type: none"> • Temperatura • Turbiedad • Conductividad • Color • Olor • Sabor 	<ul style="list-style-type: none"> • °C • UNT • Us/cm² • UCV escala Pt/Co
Parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del agua potable	Parámetros químicos.		
	Capacidad de solvencia del agua y su determinación se realiza en laboratorio. Los más importantes son sólidos disueltos totales, alcalinidad, dureza, metales pesados, sustancias orgánicas.	<ul style="list-style-type: none"> • pH • Sólidos disueltos • Dureza • Nitratos • Cloruros • Sulfatos • Aceites y grasas 	<ul style="list-style-type: none"> • Concentración de iones H • mg CaCO₃/L • mg Cl/L • mg SO₄/L • ppm • mg/L
	Parámetros bacteriológicos.		
	Índices biológicos que determinan la calidad de agua.	<ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales • Coliformes termo tolerantes 	<ul style="list-style-type: none"> • UFC/100 ml

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

UFC = Unidad formadora de colonias,

UCV = Unidad de color verdadero,

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad.

***FUENTE: Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano, DS N° 031-2010-SA**

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación

2.1.1. Tipo de diseño de investigación

Es no experimental, analítico descriptiva.

2.1.2. Diseño de investigación

Según el nivel de estudio y análisis de la información obtenida, se trata de un tipo de investigación no experimental, con la cual se puede señalar que el diseño de investigación es descriptivo, también se puede señalar que es longitudinal del mes de noviembre del 2016 al mes de abril del 2017.

Donde se observa que este trabajo de investigación está en una fase de evaluación e interpretación, ya que los datos obtenidos deben ser sometidos a una comparación de muestreo regularmente con la cual poder mantener datos más estables.

A) Planificación

Se planifica los días de visita a la zona, se coordina con los encargados correspondientes para evitar conflictos con la población

B) Exploración

Se realiza un recorrido y reconocimiento de la zona que será evaluada y alrededores, para verificar algunas facilidades o complicaciones que se pueden presentar.

C) Monitoreo

Se busca la determinación de la calidad del agua para obtener resultados y comprobar si esta es o no apta para el consumo humano de acuerdo a los parámetros legales, de no serlo se planteará una solución.

D) Evaluación

Al obtener los datos se realiza un análisis de ellos para poder evaluar la calidad del agua que presenta el reservorio para ser distribuida

2.1.3. Modalidad de investigación

CAMPO: Se realizará tomas de muestras en tres puntos establecidos que son la captación, reservorio y un domicilio, para obtener los datos suficientes para un

análisis y realizar una mejor determinación de la calidad del agua para consumo humano.

2.2. Unidad de estudio

La calidad de agua de abastecimiento de agua potable para el Centro Poblado de Puyllucana y la Esperanza – Baños del Inca.

2.3. Área de estudio

El presente proyecto de investigación es realizado en el Centro Poblado de Puyllucana, el cual se localiza en el Distrito de Los Baños Del Inca, perteneciente a la Provincia y Región de Cajamarca, Perú.

- Latitud Sur : 7° 8´ 49.9´´ S
- Longitud Oeste : 78° 27´ 12.1´´ W
- Altitud : 2784msnm



Figura 1. Ubicación del centro poblado Puyllucana
Fuente: Google Earth 2017



Figura 2. localización del sector A (Esperanza), y el centro poblado de Puyllucana
Fuente: Google Earth 2017

A. Manantial

El manantial se encuentra en la zona denominada Puyllucana, que es parte de un bofedal. Teniendo una captación que cumple con todas las características de un ojo de agua natural, lo cual es protegido con obras de concreto cumpliendo con el diseño de captación recomendado para obtener una buena filtración de algunas bacterias que se puedan presentar.

El caudal del manantial es de 1 l.s-1, presenta las características físicas adecuadas (color, olor) y ninguna otra alteración como se puede observar en la figura 3.



Figura 3. captación de agua

B. Reservorio

El reservorio se encuentra ubicado a una distancia establecida de la zona de captación que es de 500m, el agua que se capta del manantial es conducida mediante una tubería la cual conecta a un canal de concreto de tipo rectangular de una sección de 0.3 * 0.3 y un espesor de 10 cm. a una.

Antes del ingreso al reservorio existe una rejilla de material fierro y madera el cual impide que no ingresen ningún material como hojas, palos, trapos, basura, etc.

El reservorio es de una capacidad de 30 m³ de material de concreto cuya sección es circular con diámetro de 3 m., altura de 4 m.

Cuenta con una válvula de salida de limpieza de 2 pulg. Por donde sale el agua y el material acumulado en el mantenimiento respectivo que se hace cada 6 meses.

El reservorio cuenta además con un sistema de cloración por goteo el cual es preparado en un tanque Rotoplas de una capacidad de mil litros, donde se prepara el cloro con agua en una proporción de 400 gr. 200 l. de agua. El cloro empleado es el hipoclorito de calcio al 70%.

Cabe señalar que solo la zona de la Esperanza cuenta con un reservorio después de la captación, la cual se encuentra a cargo de la Municipalidad Provincial de Baños del Inca.

Y la población de PuyLucana no cuenta con un reservorio adecuado con lo cual, de la captación para directamente a la red de abastecimiento de agua, la cual es acumulada

por cada familia en un tanque Rotoplas de una capacidad de mil litros. Y realizan una ineficiente cloración.



Figura 4. Reservorio

C. Distribución

La distribución del agua para la población es mediante una tubería de 2 pulg. de PVC clase (c-7.5), que sale del reservorio a la red de distribución.

La distancia a la población es de 300 m. con una pendiente poca pronunciada en la cual existe una cámara de romper presión, lo cual genera la circulación adecuada del agua por el tubo.

Después que llega al centro poblado la tubería se reduce a 1 pulg., para que después en las viviendas se utilice una tubería de PVC de media pulgada.



Figura 5. Domicilio

2.4. Población

El centro poblado de PuyLucana consta de dos sectores A (La Esperanza) y B (PuyLucana), con una población de 110 usuarios en el sector A y 85 usuarios en el sector B, en la cual existen viviendas de material noble de adobe, un coliseo, colegios y negocios varios a las cuales se distribuye agua de la captación del manantial.

Para el presente trabajo de investigación está referido al sector A, ya que existe un reservorio de distribución en el Jr. 15 de agosto, de donde se ha hecho la evaluación de la calidad del agua

El sector A cuenta con una población aproximada de 1500 habitantes con casas de material noble y adobe, negocios como recreos y zonas de agricultura.

2.5. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

2.5.1. De recolección de información

a. Observación

La técnica de observación es el registro visual de lo que ocurre en el área de estudio (características, actividades, condiciones y factores ambientales).

Se procedió a realizar las anotaciones con respecto a la zona de evaluación, incluyendo una breve descripción, condiciones climáticas, coordenadas de los puntos de muestreo por GPS.

b. Muestreo

Se recolectaron muestras de 3 estaciones establecidas (captación, reservorio y domicilio).

Para determinar los parámetros de calidad del agua in situ: pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y turbidez se ha utilizado un equipo multiparamétrico marca WTW y un turbidímetro marca Hanna, estos equipos han sido verificados con material de referencia certificado antes de realizar la medición de los parámetros.

El Laboratorio Regional de Cajamarca, facilitó botellas de PVC y vidrio de un litro y medio litro respectivamente, y para las muestras bacteriológicas botellas esterilizadas de medio litro, se contó con reactivos para preservar la muestra,

conjuntamente con un cooler el cual contenía 4 Ice pack para poder preservar las muestras a 4°C, adicionalmente una cadena de custodia con los datos pertinentes de campo y los análisis requeridos. (Ver anexo 6)

En el laboratorio de la Universidad Privada del Norte se analizó la conductividad, oxígeno disuelto., los sólidos disueltos totales, coliformes totales y termo tolerantes.

CAPÍTULO III RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados de las muestras obtenidas en campo, tanto de parámetros físicos y químicos de acuerdo a la normatividad vigente de los Límites Máximos Permisibles (LMP), Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA, , y los Estándares de la Calidad del Agua (ECA), Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, los cuales fueron analizados en el laboratorio químico de la Universidad Privada del Norte (UPN), y el Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca.

3.1. CAPTACIÓN DEL AGUA

En las tablas siguientes se muestra los resultados obtenidos en la captación.

TABLA N° 3

Resultados de los parámetros físicos tomados en campo

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	ECA*
pH	H ⁺	8,32	6,5 - 8,5
Conductividad	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	286	1 500
TDS	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	13,6	1 000
Oxígeno Disuelto	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	5.23	≥ 6
Temperatura	°C	21	$\Delta 3$

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: Elaboración Propia

El resultado del pH obtenido en el análisis de la muestra es de 8.32, podemos afirmar que es ligeramente alcalina, no representa riesgo para la salud y cumple con la calidad de agua, porque se encuentra dentro de los ECA de agua; Pero para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8.

El resultado de la Conductividad en la muestra de agua es de 286 $\mu\text{S}/\text{cm}$ siendo inferior al Estándar de Calidad Ambiental, por lo tanto, se encuentra dentro del parámetro establecido.

El resultado del TDS en la muestra de agua es de 13.6 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ siendo inferior al Estándar de Calidad Ambiental, por lo tanto, se encuentra dentro del parámetro establecido.

El resultado de Oxígeno Disuelto en la muestra de agua es de 5.23 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ siendo inferior al Estándar de Calidad Ambiental, por lo tanto, se encuentra dentro del parámetro establecido.

TABLA N° 4

Resultados de la captación laboratorio químico UPN

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	ECA*
Turbidez	NTU	9,62	5
Coliformes Fecales	UFC	161	20
Coliformes Totales	NMP	1 305	50

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: Laboratorio químico UPN - Cajamarca

El resultado obtenido del parámetro de Turbidez en el análisis de la muestra de captación es de 9.62 NTU, la cual no cumple con la calidad de agua y no se encuentra dentro de los ECA de agua. Podemos afirmar que una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias; representando algún riesgo en la salud

La concentración de Coliformes Fecales en la muestra de captación de agua es de 161 UFC, por lo tanto, es mayor al estándar de calidad ambiental (ECA) para Consumo Humano lo cual nos indica un riesgo para la salud de la población.

La concentración de Coliformes Totales en la muestra de captación de agua es de 1305 UFC, por lo tanto, es superior al Estándar de calidad ambiental (ECA) establecido, lo cual nos indica que no se encuentra en condiciones para ser consumido directamente.

TABLA N° 5

Resultados en la captación laboratorio Regional del Agua - Cajamarca

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	ECA*
Fluoruro (F)	mg.L ⁻¹	0,328	1,5
Cloruro (Cl)	mg.L ⁻¹	1,887	250
Nitrito (NO ₂)	mg.L ⁻¹	<0,050	3
Nitrato (NO ₃)	mg.L ⁻¹	8,01	50
Sulfato (SO ₄)	mg.L ⁻¹	7,793	250
Fosfato (PO ₄)	mg.L ⁻¹	0,12	
Dureza Total	mg.L ⁻¹	198,7	500

Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

Fuente: Laboratorio Regional del Agua - Cajamarca

Según el D.S N°004-2017-MINAM "Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua", la muestra de captación de agua, es considerado en la categorización A1, para aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección, es así que con ayuda de estos datos se realizó la interpretación siguiente:

- La concentración de Fluoruro en la muestra de agua de la captación es de 0.328 Mg/L, por lo tanto, es inferior al Estándar Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 1.5 Mg/L, lo cual nos indica que se encuentra dentro del rango permitido.
- La concentración de Cloruros en la muestra de agua de captación es de 1.887 Mg/L siendo inferior al Estándar Nacional de la Calidad Humano que es de 250 Mg/L, por lo tanto, está dentro del rango permitido.
- La concentración de Nitrito en la muestra de agua de captación es inferior al Estándar Nacional de la Calidad para Consumo Humano por lo tanto está dentro del rango permitido.
- La concentración de Nitratos en la muestra de agua de captación es de 8.010 Mg/L siendo inferior al Estándar Nacional de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 50,00 Mg/L, por lo tanto, está dentro del rango.

- La concentración de Sulfatos en la muestra de agua de captación es de 7.793 Mg/L siendo inferior al Estándar de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 250 Mg/L, por lo tanto, está dentro del rango.
- La concentración de fosfatos en la muestra de agua de captación es de 0.120 Mg/L, por lo tanto, es inferior Estándar de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del rango.
- La Dureza total (CaCO_3), en la muestra de agua de captación es de 198.7 Mg/L siendo inferior al Estándar de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 500 Mg/L, por lo tanto, está dentro del rango.

3.2. RESERVORIO

En las tablas siguientes se muestra los resultados obtenidos en el reservorio.

TABLA N° 6

Resultados de los parámetros físicos tomados en campo

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
pH	H ⁺	8,36	6,5 - 8,5
Conductividad	$\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	288	1 500
TDS	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	137,7	1 000
Oxígeno Disuelto	$\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$	5.68	-
Temperatura	°C	15	-

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Fuente: Elaboración Propia

El resultado obtenido en el análisis de la muestra es de 8.36, podemos afirmar que es ligeramente alcalina, no representa riesgo para la salud y cumple con la calidad de agua, porque se encuentra dentro de los LMP de Parámetros de Calidad Organoléptica del D.S. N° 031-2010-SA; el cual tiene como valor máximo de 6.5 - 8.5. Pero para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8.

El resultado obtenido para la conductividad en el análisis de las muestras en el punto del Reservorio es de 288 $\mu\text{S}/\text{cm}$, comparado con el valor de los LMP que es 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$, podemos afirmar que se encuentra dentro de los límites permisibles.

El resultado del TDS en la muestra de agua es de 137.7 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, comparado con el valor de los LMP que es de 1000 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$, podemos afirmar que se encuentra dentro de los límites permisibles.

TABLA N° 7

Resultados del reservorio en el laboratorio químico UPN

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
Turbidez	NTU	1,11	5
Coliformes Fecales	UFC	23	0

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Fuente: Laboratorio químico UPN - Cajamarca

El resultado obtenido del parámetro de Turbidez en el análisis de la muestra del reservorio es de 1.11 NTU, la cual cumple con la calidad de agua y se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles planteados por el D.S. 031-2010-SA "Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano". Podemos afirmar que una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias; representando algún riesgo en la salud.

Según el reglamento de calidad de agua de la DIGESA, el valor límite permisible para la presencia de coliformes fecales en agua potable es 0, por lo que se puede decir que esta agua no se encuentra en condiciones para ser consumida, ya que presenta un valor de 23, que supera el límite máximo permisible establecido.

TABLA N° 8

Resultados del reservorio en el laboratorio Regional del Agua – Cajamarca

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
Fluoruro (F)	mg.L ⁻¹	1,166	1 000
Cloruro (Cl)	mg.L ⁻¹	3,664	250
Nitrito (NO ₂)	mg.L ⁻¹	<LCM	3
Bromuro	mg.L ⁻¹	<LCM	1
Nitrato (NO ₃)	mg.L ⁻¹	8,075	50
Sulfato (SO ₄)	mg.L ⁻¹	7,895	250
Fosfato (PO ₄)	mg.L ⁻¹	0,122	-
Dureza Total	mg.L ⁻¹	199	500

LCM: Límite de cuantificación del método

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Fuente: Laboratorio Regional del Agua - Cajamarca

Según lo establecido en el D.S N° 031-2010-SA “Reglamento para la Calidad del agua para consumo humano” todas las muestras de agua cumplen con la calidad de agua establecida.

- La concentración de Fluoruro en la muestra de agua del reservorio es de 1.116 Mg/L, por lo tanto, es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano lo cual nos indica que se encuentra dentro del parámetro.
- La concentración de Cloruros en la muestra de agua de grifo es de 3.664 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 250 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.
- La concentración de Nitrito en la muestra de agua de grifo es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del parámetro.
- La concentración de Bromuros en la muestra de agua de grifo es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del parámetro.
- La concentración de Nitratos en la muestra de agua de grifo es de 8.075 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 50,00 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.

- La concentración de Sulfatos en la muestra de agua de grifo es de 7.895 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 250 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.
- La concentración n de fosfatos en la muestra de agua de grifo es de 0.122 Mg/L, por lo tanto, es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del parámetro.
- La Dureza total (CaCO₃), en la muestra de agua de grifo es de 199 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 500 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.

3.3. DOMICILIO

En las tablas siguientes se muestra los resultados obtenidos en un domicilio.

TABLA N° 9

Resultados de los parámetros físicos tomados en campo

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP*
pH	H ⁺	8,23	6,5 - 8,5
Conductividad	μS·cm ⁻¹	279	1 500
TDS	mg·L ⁻¹	133,2	1 000
Oxígeno Disuelto	mg·L ⁻¹	5.7	-
Temperatura	°C	19	-

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Fuente: Elaboración Propia

El resultado de pH obtenido en el análisis de la muestra es de 8.23, podemos afirmar que es ligeramente alcalina, no representa riesgo para la salud y cumple con la calidad de agua, porque se encuentra dentro de los LMP de Parámetros de Calidad Organoléptica, el cual tiene como valor máximo de 6.5 - 8.5. Pero para que la desinfección con cloro sea eficaz es preferible que sea un pH inferior a 8.

El resultado de la Conductividad en la muestra de agua de grifo es de 279 μS/cm siendo inferior al Límite Máximo Permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano el cual es 1500 μS/cm, por lo tanto, está dentro del parámetro.

El resultado del TDS en la muestra de agua es de 133.2 mg.L⁻¹, comparado con el valor de los LMP que es de 1000 mg.L⁻¹, podemos afirmar que se encuentra dentro de los límites permisibles.

TABLA N° 10

Resultados del domicilio en el laboratorio químico UPN

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP*
Turbidez	NTU	0,3	5
Coliformes Fecales	UFC	30	0
Coliformes Totales	NMP	1 305	0

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Fuente: Laboratorio químico UPN - Cajamarca

El resultado obtenido del parámetro de Turbidez en el análisis de la muestra de agua de grifo es de 0.3 NTU, la cual cumple con la calidad de agua y se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles planteados por el D.S. 031-2010-SA "Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano". Podemos afirmar que una alta turbidez suele asociarse a altos niveles de microorganismos como virus, parásitos y algunas bacterias; representando algún riesgo en la salud

La concentración de Coliformes Fecales en la muestra de agua de grifo es de 30 UFC, por lo tanto, es superior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano lo cual nos indica que se encuentra fuera del parámetro establecido.

La concentración de Coliformes Totales en la muestra de agua de grifo es de 1305 UFC, por lo tanto, es superior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano lo cual nos indica que se encuentra fuera del parámetro.

TABLA N° 11

Resultados del domicilio en el laboratorio Regional del Agua – Cajamarca

PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS	LMP
Fluoruro	mg·L ⁻¹	0,374	1 000
Cloruro	mg·L ⁻¹	8,09	250
Nitrito	mg·L ⁻¹	<0,050	3
Bromuro	mg·L ⁻¹	<0,035	1
Nitrato	mg·L ⁻¹	8,071	50
Sulfato	mg·L ⁻¹	8,178	250
Fosfato	mg·L ⁻¹	0,124	1
Dureza Total	mg·L ⁻¹	199,9	500

Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano DS N° 031-2010-SA

Fuente: Laboratorio Regional del Agua - Cajamarca

- La concentración de Cloruros en la muestra de agua de grifo es de 8.090 mg/L siendo inferior al Límite Máximo Permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 250 mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.
- La concentración de Nitrito en la muestra de agua de grifo es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del parámetro.
- La concentración de Bromuros en la muestra de agua de grifo es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del parámetro.
- La concentración de Nitratos en la muestra de agua de grifo es de 8.071 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 50,00 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.
- La concentración de Sulfatos en la muestra de agua de grifo es de 8.178 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 250 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.

- La concentración de fosfatos en la muestra de agua de grifo es de 0.124 Mg/L, por lo tanto, es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano por lo tanto está dentro del parámetro.
- La Dureza total (CaCO₃), en la muestra de agua de grifo es de 199.9 Mg/L siendo inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano que es de 500 Mg/L, por lo tanto, está dentro del parámetro.
- La concentración de Fluoruro en la muestra de agua de grifo es de 0.374 Mg/L, por lo tanto, es inferior al Límite Máximo permisible del reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano lo cual nos indica que se encuentra dentro del parámetro.

3.4. COMPARACIÓN DE PARÁMETROS A LO LARGO DEL PROCESO DE POTABILIZACIÓN

En las tablas siguientes se muestra los resultados obtenidos

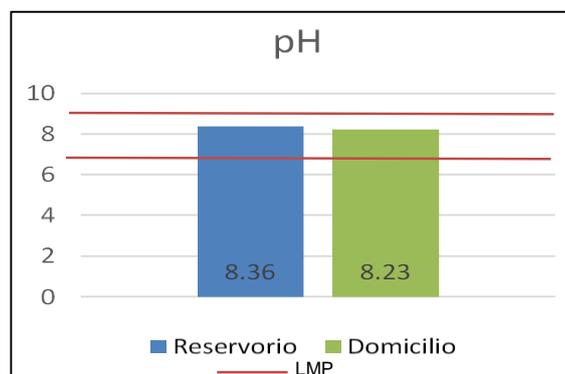
TABLA N° 12

Resultados de parámetros físicos

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP	RESERVORIO	DOMICILIO
pH	H ⁺	6,5 - 8,5	8,36	8,23
Conductividad	μS·cm ⁻¹	1 500	288	279
TDS	mg·L ⁻¹	1 000	137,7	133,2
Oxígeno Disuelto	mg·L ⁻¹	-	5.68	5.7
Temperatura	°C	-	15	19

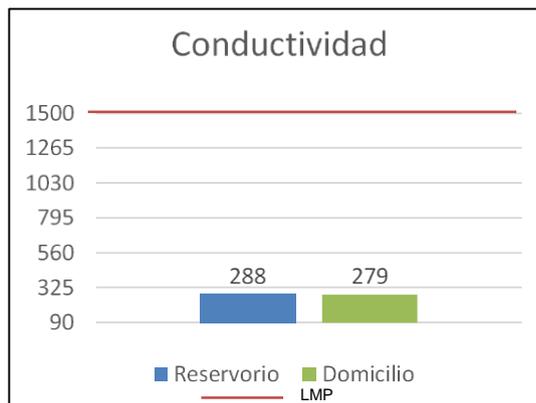
Fuente: Laboratorio químico UPN - Cajamarca

El resultado del pH en el reservorio y domicilio se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua. Como se observa en la siguiente figura.



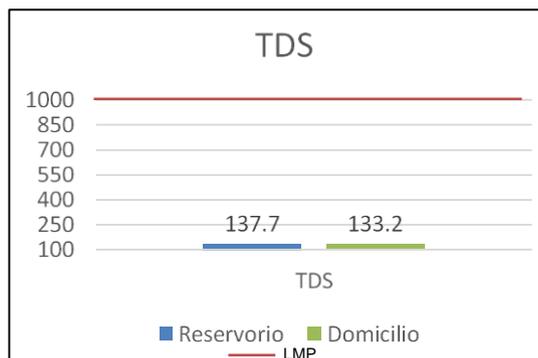
*Figura 6: Comparación del pH.
Fuente: Elaboración Propia.*

El resultado del Conductividad en el reservorio y domicilio se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua. Como se observa en la siguiente figura.



*Figura 7: Comparación de conductividad.
 Fuente: Elaboración Propia.*

El resultado del TDS en el reservorio y domicilio se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua. Como se observa en la siguiente figura.



*Figura 8: Comparación del TDS.
 Fuente: Elaboración Propia.*

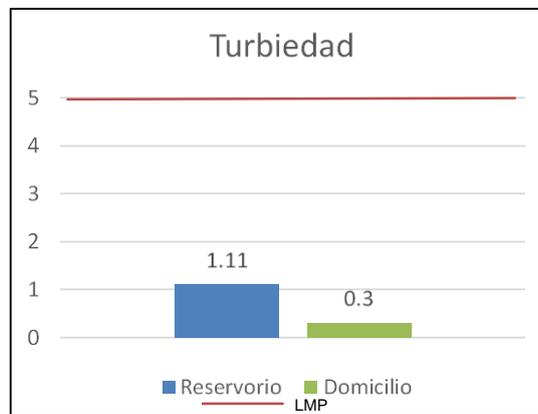
TABLA N° 13

Resultados Coliformes

PARÁMETROS	UNIDAD	LMP*	RESERVORIO	DOMICILIO
Turbiedad	NTU	5	1,11	0,3
Coliformes Fecales	UFC	0	23	30
Coliformes Totales	NMP	0	-	1 305

Fuente: Laboratorio químico UPN - Cajamarca

El resultado de la Turbiedad en el reservorio y domicilio se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua. Como se observa en la siguiente figura.



*Figura 9: Comparación de turbiedad.
Fuente: Elaboración Propia.*

Los resultados de Coliformes Fecales en el reservorio y domicilio no se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua. Donde se observa un peligro para la salud de la población, no siendo recomendable para el consumo directo. Como se observa en la siguiente figura.

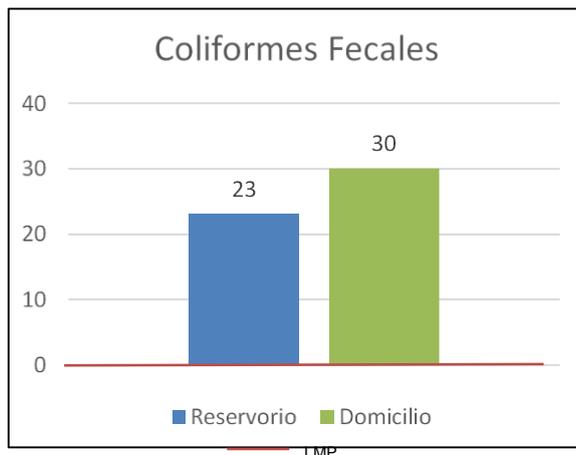


Figura 10: Comparación de coliformes fecales.
 Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados de Coliformes Totales en el reservorio y domicilio no se encuentran dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos por el Reglamento de Calidad del Agua. Donde se observa un peligro para la salud de la población, no siendo recomendable para el consumo directo. Como se observa en la siguiente figura.

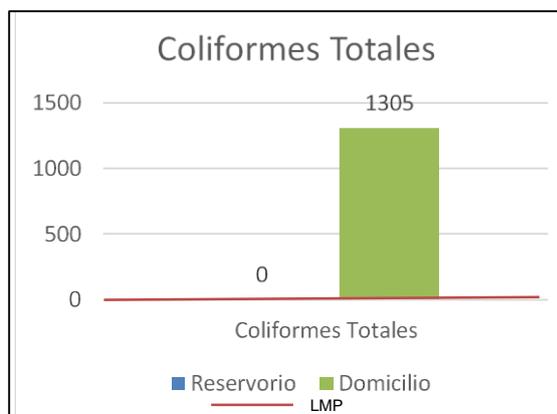


Figura 11: Comparación de coliformes totales.
 Fuente: Elaboración Propia.

3.5. CONCLUSIONES

- Se determina que la calidad de agua que consume el Centro Poblado PuyLucana no se encuentra en óptimas condiciones para consumo directo.
- El método de potabilización que se emplea en el Distrito de PuyLucana se considera poco eficiente ya que utilizan el método de cloración por goteo en el reservorio, generando poca homogeneización entre el componente y el agua, haciendo que la desinfección del agua se realice solo en una zona del reservorio.
- El agua potable del distrito de PuyLucana, cumple con los parámetros físicos-químicos, los cuales se encuentran dentro de los límites máximos permisibles.
- Por otro lado, se observó una deficiencia en cuanto a los parámetros microbiológicos, por lo que estos superan los límites máximos permisibles, lo cual implica que el agua no se encuentra en condiciones para ser consumida directamente.

3.6. RECOMENDACIONES

- En el sistema de cloración, es necesario agregar la cantidad necesaria de hipoclorito de sodio (cloro líquido) según el volumen de agua que se abastece en el reservorio. Existe un método para determinar la cantidad requerida, y el procedimiento es el siguiente:
 - a. Se debe tomar en cuenta la concentración del cloro líquido que se utilizará para la desinfección del agua; normalmente las concentraciones vienen desde 0.5% hasta 10%.
 - b. La dosis recomendada para la desinfección es entre 1 y 5mg/L. La dosis dependerá de la turbiedad del agua, si el agua es turbia la dosis recomendada es de 4 mg/L; sin embargo, a esas concentraciones el agua tendría un sabor muy fuerte, por lo que se recomienda una previa filtración.
 - c. Luego de agregar la cantidad recomendada de cloro se debe agitar bien el agua para que se mezcle completamente con el hipoclorito.
 - d. Es recomendable dejar reposar por 30 minutos para que se logre eliminar todas las bacterias.
- Se recomienda utilizar el método de cloración por difusión, para una mejor homogeneización del cloro con el agua y de esta manera contar con una mejor calidad de agua potable.
- Realizar una limpieza periódica al reservorio. Uno de los métodos de desinfección es llenar el tanque hasta el nivel de rebosamiento con agua limpia y agregar una cantidad

suficiente de cloro hasta llegar a una concentración de 50 a 100 mg de cloro por litro de agua. Y otro método (el más recomendable para no desperdiciar el agua) es aplicar una solución fuerte de cloro (200 mg/l) a las superficies internas del tanque. La solución debe quedar en contacto con la superficie del tanque durante 30 minutos, antes de que el tanque se llene.

- Realizar mantenimiento y limpieza a las tuberías de distribución, ya que estas pueden acumular hongos y bacterias con el tiempo. Un método de mantenimiento es colocar una buena cantidad de cloro al agua del reservorio, seguidamente se debe abrir las cañerías para que fluya el agua y de esta manera el cloro limpia y desinfecta las tuberías.
- Observación: El agua que se deja correr durante el periodo de limpieza, puede ser recolectada y almacenada para que se use en sistemas de desagüe.
- Realizar un análisis continuo de la calidad del agua que abastece a la población, de esta manera se puede prevenir enfermedades.
- Contar con una red de distribución eficaz para el buen aprovechamiento del agua potable, para que la población pueda abastecerse de este recurso sin problemas.
- A nivel domiciliario, se sabe que la manipulación y el almacenamiento del agua por parte de los usuarios, muchas veces son causa de transmisión de enfermedades; es por ello que se recomienda:
- Para la recolección de agua deben emplearse recipientes limpios, sin que hayan estado expuestos a materiales contaminantes.
- Los recipientes para recolección y transporte de agua solo deben usarse para ese fin y siempre deben mantenerse tapados.
- Procurar que los recipientes sean de boca pequeña y con tapa; evitando usar recipientes de boca ancha donde puedan meterse las manos.
- El agua deberá desinfectarse siempre antes de su almacenamiento.
- Cercar el perímetro de la captación para evitar el ingreso de personas no autorizadas y animales que puedan dañar la estructura y alterar la calidad del agua; y al mismo tiempo evitar accidentes.
- Realizar una limpieza permanente al tanque de captación, con la finalidad de evitar la acumulación y aumento de hongos y bacterias.
- Si esta agua potable llega a ser consumida directamente, se recomienda ser hervida previamente antes de ser consumida.

REFERENCIAS

1. ALLEN, M. 1996. La Importancia para la Salud pública de los indicadores bacterianos que se encuentran en el agua potable. Reunión sobre la calidad del Agua Potable: CEPIS. OPS. OMS. Lima, Perú.
2. ASANO, T. AND LEVINE, D. (1998). "Wastewater reclamation, recycling and reuse: an introduction. In wastewater reclamation and reuse". Takashi Asano (editor),. Technomic Publishing. Lancaster. 1528 pags.
3. AURAZO DE ZUMAETA, M. (2004). Manual para Análisis Básicos de Calidad del agua de bebida. OMS. Lima, Perú.
4. AYRES, R. Y WESCOT, D. (1987). "La calidad del agua en la agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación". Estudio FAO Riego y Drenaje, Nº 29. Roma. p 8-101.
5. BITTON, G. AND HARVEY, R. (1992). "Transport of pathogens through soils and aquifers". In environmental microbiology. 19 th Edited by Ralph Mitchell. New York. 103-123 pags.
6. CÁCERES LOPEZ OSCAR. 1990. Desinfección del Agua. Ministerio de Salud – OPS. Lima, Perú.
7. DECRETO SUPREMO N°004-2017 – MINAM. Modificación de los estándares de Calidad Ambiental para Agua. (s.f.)
8. DECRETO SUPERMO N°031-2010-SA. Reglamento de la calidad del agua para consumo humano. Dirección General de Salud Ambiental, Ministerio de salud, Lima, Perú.
9. GALAL-GORCHEV, H. (1986). Water Quality and Health. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1990. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark. WHO/DANIDA, 1990.

10. GUERRERO M. (2006). El agua, quinta edición, SEP, CONACyT, México.
11. OLGUÍN E, GONZÁLEZ R, ET AL. (2010). "Contaminación de ríos urbanos: El caso de la subcuenca del río Sordo en Xalapa, Veracruz, México". Rev Latinoam Biotecnol Amb Algal 1(2):178-190
12. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD. (2006). "Guías para la calidad del agua potable, Volumen 1". Génova. Suiza.
13. OMS. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LAS NACIONES UNIDAS 2006. Conferencia internacional sobre el agua y la calidad de vida. España.
14. ROLIM, S. (2000). "Sistemas de lagunas de estabilización". Mc Graw Hill. Bogotá. Primera edición. 370 págs.
15. ROJAS, R. (1992). Quality Control of Piped Urban Water Supplies
16. ROJAS, R. (2002). Elementos de vigilancia y control. Guía para la vigilancia y control de la calidad del agua para consumo humano. Lima, CEPIS/OPS.
17. Stenström, T.A. Community Education and Involvement. In Course on Surveillance & Control of Drinking Water Quality. Arusha, Nov. 1988. Centre for Developing Countries. Technical University of Denmark. WHO/DANIDA, 1990
18. WESCOTT, D. Y AYRES, R. (1990). "Criterio de calidad de aguas de riego", en riego con agua residual municipal regenerada. Asano, T. Editado por Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona. p 33-66.
19. WHO. (1984). Guidelines for Drinking Water Quality. Vol 1, Recommendations. WHO, Geneva
20. WHO. (1995). Guías para la calidad del agua potable. Recomendaciones. Segunda edición. WHO, Geneva, 1995.

ANEXOS

ANEXO N°1

Captación, reservorio y domicilio



*Figura 12: Ruta a la captacion.
Fuente: Elaboración Propia.*



*Figura 13: Captacion.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 14: Reservorio para el sector A.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 15: Tanque de almacenamiento de cloro.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 16: Interior del reservorio y sistema de cloración.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 17: Recolección de muestras del reservorio.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 18: Recoleccion de muestras del domicilio.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 19: Muestras de agua potable.
Fuente: Elaboración Propia*

ANEXO N°2

Análisis de laboratorio:

- Análisis de coliformes totales:



*Figura 20: Muestras de agua de la captación, reservorio y domicilio.
Fuente: Elaboración Propia*



*Figura 21: Resultados del análisis de coliformes totales.
Fuente: Elaboración Propia*

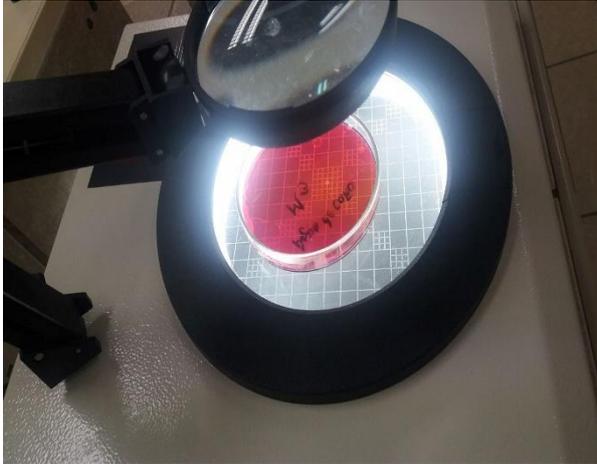


Figura 22: *Conteo de Coliformes totales en el agua del domicilio. Muestras de agua de la captacion, reservorio y domicilio.*
Fuente: *Elaboración Propia*



Figura 23: *Conteo de coliformes totales en el agua del reservorio.*
Fuente: *Elaboración Propia*

- **Análisis de coliformes termo tolerantes**



Figura 24: *Muestra de agua del domicilio.*
Fuente: *Elaboración Propia*



Figura 25: *Preparacion de la muestra del agua de domicilio.*
Fuente: *Elaboración Propia*



Figura 26: Muestras del agua de la captación, reservorio y domicilio, listos para ser encubados.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 27: Resultado de coliformes termo tolerantes del agua de la captación.
Fuente: Elaboración Propia



Figura 28: Resultado de coliformes termo tolerantes del agua del reservorio.
Fuente: Elaboración Propia

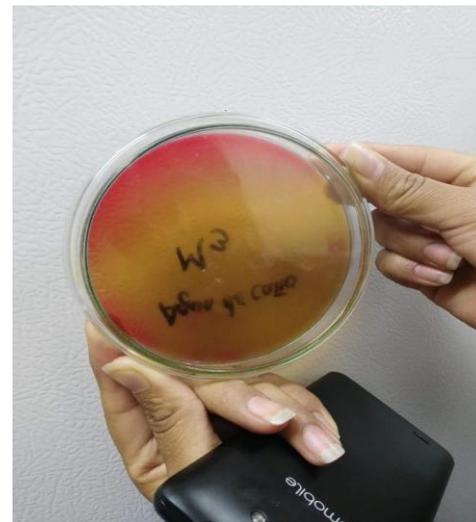


Figura 29: Resultado de coliformes termo tolerantes del agua del domicilio.
Fuente: Elaboración Propia

ANEXO N°3

1. Resultados de Captación



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084**

IE 1116553

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS				
Código Cliente	Cap-1		-	-	-	-	-
Código Laboratorio	1116553-01		-	-	-	-	-
Matriz de Agua	NATURAL		-	-	-	-	-
Descripción	Subterránea		-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	PuyLucana		-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados				
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.328	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.005	1.887	-	-	-	-
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.035	<LCM	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.004	8.010	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	mg/L	0.070	7.793	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0.032	0.120	-	-	-	-
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	198.7	-	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Nitrato, Sulfato, Fosfato)	mg/L	EPA 300.1. Rev1. 1997. Determination of inorganic anions in drinking water by ion chromatography.
(*) Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22 nd Ed. 2012: Hardness EDTA Titrimetric Method

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Límite de detección del Método, LCM: Límite de cuantificación del métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (†) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.

Cajamarca, 29 de Noviembre de 2016.

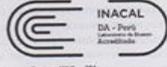
Figura 30: Informes del laboratorio regional de Cajamarca, de la captación
 Fuente: Laboratorio Regional de Agua – Cajamarca.

ANEXO N°4

2. Resultados del Reservorio:



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1116551

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente	R-100		-	-	-	-	-	-
Código Laboratorio	1116551-01		-	-	-	-	-	-
Matriz de Agua	Uso y Consumo Humano		-	-	-	-	-	-
Descripción	Bebida		-	-	-	-	-	-
Localización de la Muestra	Puylluca		-	-	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	1.166	-	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	3.664	-	-	-	-	-
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	-	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.035	<LCM	-	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	8.075	-	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	7.895	-	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.032	0.122	-	-	-	-	-
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	199	-	-	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Nitrato, Sulfato, Fosfato)	mg/L	EPA 300.1. Rev1. 1997. Determination of inorganic anions in drinking water by ion chromatography.
(*) Dureza Total	mg CaCO ₃ / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 22 nd Ed. 2012: Hardness EDTA Titrimetric Method

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio. MFL: Matriz fortificada de Laboratorio. RSD: Desviación estándar relativa
LDM: Límite de detección del Método. LCM: Límite de cuantificación de los métodos, ECA: Estándar de calidad ambiental, VE: valor estimado
Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
(*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 29 de Noviembre de 2016.

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev: N°04 Página: 3 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S.N. F.RB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@obpau@go-cajamarca.gob.pe FONO: 080000 446666 1146

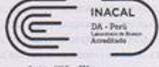
Figura 31: Informes del laboratorio regional de Cajamarca, del reservorio.
Fuente: Laboratorio Regional de Agua – Cajamarca.

ANEXO N°5

3. Resultados del Domicilio:



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1116554

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código Cliente	Casa 1		-	-	-	-
Código Laboratorio	1116554-01		-	-	-	-
Matriz de Agua	Uso y Consumo Humano		-	-	-	-
Descripción	Bebida		-	-	-	-
Localización de la Muestra	Pasaje la Amistad		-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Fluoruro (F)	mg/L	0.038	0.374	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	8.090	-	-	-
Nitrito (NO ₂ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	-	-	-
Bromuro (Br)	mg/L	0.035	<LCM	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	8.071	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ²⁻)	mg/L	0.070	8.178	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ³⁻)	mg/L	0.032	0.124	-	-	-
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	199.9	-	-	-

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Nitrato, Sulfato, Fosfato)	mg/L	EPA 300.1. Rev1. 1997. Determination of inorganic anions in drinking water by ion chromatography.
(*) Dureza Total	mg CaCO ₃ / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 22 nd Ed. 2012: Hardness EDTA Titrimetric Method

OBSERVACIONES

BFL: Blanco fortificado de Laboratorio, MFL: Matriz fortificada de Laboratorio, RSD: Desviación estándar relativa
 LDM: Limite detección del Método, LCM: Limite de cuantificación de métodos, ECA: Estandar de calidad ambiental, VE: valor estimado
 Los Resultados Químicos <LCM, significa que la concentración del analito es menor al LCM del Laboratorio establecido.
 (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica ND: No determinado
 (†) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.

NOTAS FINALES

- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original.
- ✓ Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ El Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio Regional del Agua, está ACREDITADO en base a la norma NTP ISO/IEC 17025:2006.
- ✓ La incertidumbre de medición se expresa cuando los resultados están dentro del alcance del método.
- ✓ El tipo de preservante utilizado corresponde al requerido por la normativa vigente para los diferentes parámetros
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservan en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda corrección o reclamación que, en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.



Cajamarca, 29 de Noviembre de 2016.

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 26/08/2014 Rev: N°04 Página: 3 de 3

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 JR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. TRIL. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: laboratorio@lra.gob.pe FON: 596000 anexo 1140

Figura 32: Informes del laboratorio regional de Cajamarca, del domicilio.
Fuente: Laboratorio Regional de Agua – Cajamarca.