



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA
PARA CONSUMO HUMANO EN EL DISTRITO DE
BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC,
REGIÓN CAJAMARCA – 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autor:

Bach. Edwin Jhon Saldaña Vásquez

Asesor:

M. Sc. Ing. Gladys Sandi Licapa Redolfo

Cajamarca – Perú

2017

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Edwin Jhon Saldaña Vásquez**, denominada:

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO
EN EL DISTRITO DE BAMBAMARCA, PROVINCIA DE HUALGAYOC, REGIÓN
CAJAMARCA – 2017”**

M. Sc. Ing. Gladys Sandi Licapa Redolfo
ASESOR

Ing. Luis Orlando Aliaga Rabanal
**JURADO
PRESIDENTE**

Ing. Oscar Arturo Vásquez Mendoza
JURADO

Ing. Jorge Luis Salazar Ríos
JURADO

DEDICATORIA

A Dios:

Por haberme dado la enorme oportunidad de tener una familia extraordinaria, por protegerme y dirigirme por el camino del bien y cumplir uno de mis mayores logros en mi vida.

A mis padres:

Faustino Saldaña Chávez y Melania Vásquez Tello por apoyarme en los buenos y malos momentos, por los consejos y ánimos en los instantes dificultosos, por la paciencia en luchar frente a los obstáculos, por entenderme y aconsejarme a ser cada día una persona de bien y por enseñarme que todos los logros de la vida requieren de mucho esfuerzo y que las cosas mejores se consiguen con el máximo sacrificio y perseverancia, y porque ustedes son un ejemplo de vida y de lucha en que las cosas se logran con bastante superación.

A mis abuelitos:

Por haberme dado la oportunidad de compartir muchas cosas vividas y por brindarme sus consejos que me han ayudado a encaminar mi vida y a ser una persona mejor cada día.

AGRADECIMIENTO

Mi más profundo agradecimiento a los docentes de la Universidad Privada del Norte – sede Cajamarca, en especial consideración a la carrera de Ingeniería Ambiental, quienes con su ayuda, disponibilidad y consejos en todo momento me han ayudado a la elaboración de la presente investigación, la orientación, la asesoría continua del mismo y el apoyo recibido a lo largo de los cinco años de estudio.

A la Ing. Gladys Sandi Licapa Redolfo, quien con su gran capacidad ha sabido guiarme y aconsejarme en el desarrollo de la presente tesis.

Al Ing. Gary Christiam Farfán Chilicaus, por confiar en mi persona y haberme ayudado en desarrollar la presente tesis.

Al Ing. Joseltt Ehtzel Guerrero Frías y al Lic. Miguel Chávez López por haberme brindado los equipos para el trabajo de campo y el tiempo que me facilitaron cuando se realizó los monitoreos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	vii
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	ix
<u>RESUMEN</u>	xi
<u>ABSTRACT</u>	xii
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Bases teóricas.....	19
2.2.1. Calidad del agua.....	19
2.2.2. Calidad fisicoquímica del agua.....	20
2.2.3. Calidad microbiológica del agua.....	20
2.2.4. Agua potable.....	21
2.2.5. Contaminación del agua.....	22
2.2.6. Contaminación del agua por metales pesados	22
2.2.7. El cloro y la salud.....	22
2.2.8. Parámetros de calidad física del agua	23
2.2.9. Parámetros de calidad química del agua	26
2.2.10. Parámetros de calidad microbiológica del agua.....	30
2.2.11. Ley General del Ambiente: Ley N° 28611	32
2.2.12. Ley de Recursos Hídricos: Ley N° 29338	32
2.2.13. Ley General de Salud: Ley N° 26842.....	34
2.3. Hipótesis.....	34

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA.....	35
3.1. Operacionalización de variables.....	35
3.2. Diseño de Investigación.....	36
3.3. Unidad de estudio.....	36
3.4. Población.....	36
3.5. Muestra (muestreo o selección).....	36
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos.....	37
3.6.1. Técnicas	37
3.6.2. Instrumentos	37
3.6.3. Recolección de datos	38
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos.....	40
3.7.1. Métodos	40
3.7.2. Procedimiento de muestreo en campo.....	49
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	57
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	76
CONCLUSIONES.....	84
RECOMENDACIONES.....	86
REFERENCIAS.....	87
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Operacionalización de la variable.....	35
Tabla 02. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca – 2017.....	37
Tabla 03. Instrumentos utilizados para el recojo de datos.....	37
Tabla 04. Valores de los parámetros de la calidad del agua en las cuatro estaciones de monitoreo correspondiente al mes de agosto en el distrito de Bambamarca – 2017.....	57
Tabla 05. Valores de los parámetros de la calidad del agua en las cuatro estaciones de monitoreo correspondiente al mes de setiembre en el distrito de Bambamarca – 2017.....	58
Tabla 06. Valores de los parámetros de la calidad del agua en las cuatro estaciones de monitoreo correspondiente al mes de octubre en el distrito de Bambamarca – 2017.....	59
Tabla 07. Valores de Conductividad Eléctrica (CE) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	60
Tabla 08. Valores de Oxígeno Disuelto (OD) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	61
Tabla 09. Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	62
Tabla 10. Valores de Sólidos Totales Disueltos (SDT) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	63
Tabla 11. Valores de Turbidez registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	64
Tabla 12. Valores de Dureza Total registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	65
Tabla 13. Valores de Cloro Libre Residual registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	66
Tabla 14. Valores de Aluminio (Al) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	67

Tabla 15. Valores de Boro (B) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	68
Tabla 16. Valores de Bario (Ba) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	69
Tabla 17. Valores de Berilio (Be) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	70
Tabla 18. Valores de Manganeso (Mn) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	71
Tabla 19. Valores de Sodio (Na) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	72
Tabla 20. Valores de Fósforo (P) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	73
Tabla 21. Valores de Coliformes Totales registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	74
Tabla 22. Valores de Coliformes Termotolerantes o Fecales registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de Agosto – Octubre del año 2017.....	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01.	Multiparámetro para el análisis de la calidad del agua en el distrito de Bambamarca – 2017.....	38
Figura 02.	Turbidímetro para el análisis de la calidad del agua en el distrito de Bambamarca – 2017.....	39
Figura 03.	Captación del manantial “Tres Chorros” destinada para el distrito de Bambamarca.....	41
Figura 04.	Reservorio 2 (R-2).....	42
Figura 05.	Reservorio 1 (R-1).....	43
Figura 06.	Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña” (CAF).....	44
Figura 07.	Medición de la Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura y pH.....	45
Figura 08.	Envase para el muestreo del parámetro Color y Cloro Libre Residual.....	46
Figura 09.	Medición de la Turbidez.....	47
Figura 10.	Envase para el muestreo de los parámetros Dureza Total, Metales Totales y Mercurio (Hg).....	48
Figura 11.	Envases de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes.....	49
Figura 12.	Cadena de custodia.....	50
Figura 13.	Equipo de muestreo en campo.....	51
Figura 14.	Estaciones de monitoreo del distrito de Bambamarca.....	52
Figura 15.	Rotulado de muestras y uso del GPS.....	53
Figura 16.	Muestreo y preservación de muestras.....	54
Figura 17.	Empaquetado, transporte y envío de las muestras al laboratorio.....	55
Figura 18.	Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca.....	56

ÍNDICE DE MAPAS

Mapa 01. Ubicación Geográfica del distrito de Bambamarca.....	106
Mapa 02. Accesibilidad del distrito de Bambamarca.....	107
Mapa 03. Estaciones de monitoreo del distrito de Bambamarca.....	108
Mapa 04. Uso del suelo del distrito de Bambamarca.....	109

RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo determinar la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, región Cajamarca – 2017, en cuatro puntos de monitoreo llevado a cabo entre los meses de agosto – octubre, se colectaron muestras de agua natural y agua potable con una frecuencia mensual, a fin de demostrar la calidad del agua para consumo humano; para ello se utilizó los parámetros físicos empleados en campo como la Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Potencial de Hidrógeno, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura y Turbidez, también se colectaron muestras de parámetros químicos como el Color, Cloro Libre Residual, Dureza Total, Metales Totales y Mercurio. Asimismo, se colectaron los parámetros microbiológicos como los Coliformes Totales y Coliformes termotolerantes. Además, se utilizó el GPS para determinar la ubicación de los puntos de monitoreo y proceder a la recolección de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas. El agua natural en la Captación “Tres Chorros” (CTC) presentó una ligera contaminación de 58 *NMP/100mL* para el mes de agosto en Coliformes Totales, mientras que en los reservorios (Reservorio R-1 y R-2) y la red de conexión domiciliaria (Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña”) presentan una buena calidad del agua de abastecimiento hacia la población, siendo aptas para el consumo humano. En los parámetros fisicoquímicos no se muestra la presencia de metales pesados en el agua potable, solo existe la presencia de metaloides como calcio, magnesio y sodio en bajas concentraciones. Los valores promedios de las variables físicas tomadas en campo se mantuvieron estables con los siguientes valores, Conductividad Eléctrica (501.08 $\mu\text{S/cm}$), Oxígeno Disuelto (6.12 *mg/L*), pH (7.84), Sólidos Totales Disueltos (279.17 *mg/L*), Temperatura (19.04 °C) y Turbidez (1.35 *NTU*). En los valores promedios químicos y microbiológicos son Dureza Total (281.01 *mg/L*), Cloro Libre Residual (0.75 *mg Cl₂/L*), Aluminio (0.028 *mg/L*), Boro (0.037 *mg/L*), Bario (0.029 *mg/L*), Berilio (0.001 *mg/L*), Calcio (97.71 *mg/L*), Manganeseo (0.001 *mg/L*), Sodio (2.2 *mg/L*), Fósforo (0.01 *mg/L*), Coliformes Totales (8.50 *NMP/100mL*) y Coliformes Termotolerantes (3.50 *NMP/100mL*) evaluados en las cuatro estaciones de monitoreo sin exceder los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1. Después del análisis y evaluación con la normativa vigente se determina que la mayor afectación del agua en el distrito de Bambamarca es la presencia de bacterias Coliformes. Concluyendo, el agua para consumo humano que se utiliza en el distrito de Bambamarca está dentro de la normativa vigente según el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Palabras Claves: Calidad del agua, Consumo humano, Bambamarca, Coliformes.

ABSTRACT

The objective of this thesis was to determine the quality of water for human consumption in the district of Bambamarca, Cajamarca region – 2017, in four monitoring points carried out between the months of August - October, samples of natural water and drinking water were collected with a monthly frequency, in order to demonstrate the quality of the water for human consumption; For this, the physical parameters used in the field such as Electric Conductivity, Dissolved Oxygen, Hydrogen Potential, Total Dissolved Solids, Temperature and Turbidity were used. Samples of chemical parameters such as Color, Residual Free Chlorine, Total Hardness, Total Metals were also collected. and Mercury. Likewise, microbiological parameters such as Total Coliforms and Thermotolerant Coliforms were collected. In addition, the GPS was used to determine the location of the monitoring points and proceed to the collection of physicochemical and microbiological samples. The natural water in the "Tres Chorros" catchment (CTC) presented a slight contamination of 58 *NMP/100mL* for the month of August in Total Coliforms, while in the reservoirs (Reservoir R-1 and R-2) and the network of domiciliary connection (Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – "Panificadora La Norteña") presents a good quality water supply to the population, being suitable for human consumption. In the physicochemical parameters the presence of heavy metals in drinking water is not shown, there is only the presence of metalloids such as calcium, magnesium and sodium in low concentrations. The average values of the physical variables taken in the field were stable with the following values: Electric Conductivity (501.08 $\mu\text{S/cm}$), Dissolved Oxygen (6.12 *mg/L*), pH (7.84), Dissolved Total Solids (279.17 *mg/L*), Temperature (19.04 °C) and Turbidity (1.35 *NTU*). In the average chemical and microbiological values are Total Hardness (281.01 *mg/L*), Residual Free Chlorine (0.75 *mg Cl₂/L*), Aluminum (0.028 *mg/L*), Boron (0.037 *mg / L*), Barium (0.029 *mg/L*), Beryllium (0.001 *mg/L*), Calcium (97.71 *mg/L*), Manganese (0.001 *mg/L*), Sodium (2.2 *mg/L*), Phosphorus (0.01 *mg/L*), Total Coliforms (8.50 *NMP/100mL*) and Thermotolerant Coliforms (3.50 *NMP/100mL*) evaluated in the four monitoring stations without exceeding the maximum permissible limits by the ECA Category A1. After the analysis and evaluation with the current regulations, it is determined that the greatest water affectation in the district of Bambamarca is the presence of Coliform bacteria. In conclusion, the water for human consumption used in the district of Bambamarca is within the current regulations according to Supreme Decree N° 004-2017-MINAM.

Key Words: Water quality, Human consumption, Bambamarca, Coliforms.

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Según estimaciones de la ONU, el crecimiento rápido y no planificado de la población mundial significará una mayor presión sobre los ecosistemas y los recursos naturales como bosques, mares y fuentes de agua. Las proyecciones indican que el uso del agua en el 2025 se incrementará un 50% en los países en desarrollo y un 18% en los países desarrollados, lo cual va a causar escases de agua, degradación del medio ambiente, efectos negativos en la agricultura, la producción de alimentos, la industria y el desarrollo económico. Las sequías y lluvias extremas, así como la contaminación contribuirán a aumentar el riesgo del agua en varias zonas del planeta (FNUAP - Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2015).

Por ello, el acceso al agua potable y a medios adecuados de saneamiento está ligado directamente a la salud humana y al desarrollo. Si bien el porcentaje de personas con acceso a alguna forma de abastecimiento de agua tratada se elevó del 79% en 1990 al 82% en 2000, más de mil millones de personas en el mundo carecen de acceso a un suministro fijo de agua para consumo. Hay 2,4 millones de personas, más de un tercio de la población mundial, que no tienen acceso a un saneamiento adecuado. Los resultados son devastadores, en tal sentido, más de 2,2 millones de personas, en su mayoría en los países en vías de desarrollo, mueren cada año por enfermedades asociadas a condiciones deficientes de agua y de saneamiento y; cerca de 6,000 niños mueren cada día de enfermedades que pueden prevenirse mejorando las condiciones de agua y saneamiento. Más de 250 millones de personas sufren de dichas enfermedades cada año (Fernández, A. et. al., 2012).

Además, el agua potable es adecuada para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal, libre de microorganismos causantes de enfermedades. Sin embargo, la falta de garantías en la seguridad del recurso hídrico hace que la comunidad quede expuesta al riesgo de brotes de enfermedades relacionadas con el agua. Por ello, la vigilancia y control del agua para consumo humano está definida como la "evaluación y examen, de forma continua y vigilante, desde el punto de vista de la Salud Pública, de la inocuidad y aceptabilidad de los sistemas de abastecimiento de agua de consumo" (OMS, 2011).

Pues bien, la calidad del agua y sus efectos en el bienestar de las comunidades humanas y en los ecosistemas, no está determinada solamente por su proximidad geográfica. Los impactos en el agua desde sus puntos de origen hasta sus puntos terminales son acumulativos. Esto significa que las localidades aguas abajo están afectadas por toda la actividad que se lleva a cabo aguas arriba. Incluyendo aquellas actividades que afectan a todos los tributarios dentro de la cuenca (GNEB (Environmental Advisors Across Borders), 2012).

Por lo tanto, la meta de las normas de calidad del agua de consumo humano, es la eliminación o reducción, por debajo de los niveles perjudiciales a la salud, de los constituyentes del agua que afectan de una manera u otra a la salud humana y al bienestar de la comunidad. En resumen, las normas de calidad del agua de bebida, están destinadas a asegurar que los consumidores sean abastecidos con agua libre y exenta de todo peligro, daño o riesgo a la salud humana (Vargas, C. et. al., s.f.).

Por ende, la Autoridad de Salud del nivel nacional para la gestión de la calidad del agua para consumo humano, es el Ministerio de Salud, y la ejerce a través de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA); en tanto, que la autoridad a nivel regional son las Direcciones Regionales de Salud (DIRESA) o Gerencias Regionales de Salud (GRS) o la que haga sus veces en el ámbito regional, y las Direcciones Ejecutivas de Salud (DESA) en el caso de Cajamarca (Ministerio de Salud, 2011).

Sin embargo, el deterioro de la calidad del agua es uno de los problemas más graves del país que limita los potenciales usos del recurso y compromete el normal abastecimiento de agua a la población, así como provoca la alteración de los hábitats y pérdida de especies; pudiéndose señalar entre sus principales causas: El vertimiento de efluentes domésticos e industriales (manufactura, minera, agroquímica) a los cuerpos de agua con alta carga orgánica así como sustancias peligrosas, entre ellas, los agroquímicos, los residuos químicos de actividades ilícitas, los lixiviados provenientes de relaves abandonados de la minería y de botaderos de residuos sólidos; y el insuficiente y deficiente tratamiento de las aguas residuales domésticas y no domésticas (principalmente de origen minero, manufacturero, pesquero, agrario, entre otros) (PLANAA, 2011).

Asimismo, el abastecimiento del agua para las diversas actividades humanas, ha generado un problema puesto que cada vez va siendo más difícil conseguir fuentes de agua seguras, que permitan el desarrollo sustentable de las ciudades y principalmente de las comunidades campesinas. En los lugares donde existen fuentes de agua, la misma no es de buena calidad debido a la descarga de contaminantes como producto de la minería, la agricultura, la urbanidad y de la falta de conciencia de preservar un recurso tan invaluable (Yungan, 2010).

En nuestra región se enfrenta diversos problemas de abastecimiento de este recurso tales como escasez y contaminación. En las zonas rurales los principales problemas de disponibilidad del agua son el desabasto y su falta de potabilización. En numerosas ocasiones el agua que llega a las viviendas de muchas comunidades rurales proviene de manantiales, ríos, arroyos, ojos de agua y pozos artesianos y rústicos expuestas muchas veces a la contaminación debidas a la exposición y arrastre de partículas orgánicas e inorgánicas (Navarro, 2014).

El distrito de Bambamarca, ubicado en la provincia de Hualgayoc, región Cajamarca, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática cuenta con una población de 81 731 habitantes para el año 2015 (INEI, 2015), quienes se abastecen de agua a través de la Captación “Tres Chorros”, proveniente de la cuenca del río Tingo Maygasbamba, ofreciendo una calidad del agua en condiciones no adecuadas a la población de Bambamarca.

Las aguas que utiliza el distrito de Bambamarca no se realiza ningún tipo de monitoreo medioambiental mensual por lo que se consideró de especial importancia determinar la calidad del agua, ya que estas son susceptibles a ser contaminadas, de esa manera priorizar la solución del problema de saneamiento que mejorara la calidad de vida de la población de Bambamarca. Además, no hay estudios reales para determinar la calidad del agua que consume dicha población; ante ello, pobladores de Bambamarca reportaron una posible contaminación del agua potable en sus hogares durante 10 días, donde intervinieron la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente (RENAMA) y la Dirección Ejecutiva de Salud Ambiental (DESA), del Gobierno Regional de Cajamarca, en Coordinación con la Municipalidad Provincial de Hualgayoc – Bambamarca y la Dirección Sub Regional de Salud Chota (DISA), donde extrajeron de la Captación “Tres Chorros”, muestras del recurso que fueron analizadas en el Laboratorio Regional del Agua reportando contaminación de metales pesados como Fierro (Fe), Sílice (Si), Aluminio (Al) y Plomo (Pb) excediendo los límites máximos permisibles para el consumo humano.

Por lo tanto, debido a las dos circunstancias anteriormente descritas (falta de información sobre la calidad de agua que consume la población de Bambamarca y la contaminación por metales pesados en el agua, alarmando a la población sobre las consecuencias a largo plazo), este trabajo tiene por finalidad desarrollar, la problemática del agua que ofrece la ciudad de Bambamarca, por lo que se consideró de urgente necesidad evaluar la calidad de las aguas de la Captación “Tres Chorros” y otros puntos de monitoreo; y así poder determinar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, evitando así el riesgo de las personas y el ambiente.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017?

1.3. Justificación

“La determinación de la calidad del agua para consumo humano” se justifica mediante un muestreo fisicoquímico y microbiológico del agua de la Captación “Tres Chorros” y otros puntos de monitoreo que beneficiaría directamente a la población y al mismo tiempo colaborar con las autoridades del sector salud para mejorar el plan de monitoreo y realizar evaluaciones permanentes en la zona de estudio permitiendo conocer la calidad del agua potable destinada a la ciudad de Bambamarca.

Con la determinación de este proyecto sobre la calidad del agua se podrá acceder en el corto plazo a un estudio que permita conocer la calidad del agua potable que consume la población de Bambamarca mediante los diferentes parámetros de agua que muestre la Captación “Tres Chorros” y otros puntos de monitoreo, permitiendo afrontar los retos futuros en cuanto al uso sostenible del recurso hídrico en calidad, mejorando la planificación en el tiempo, asociado al valor adecuado que le den los usuarios. Asimismo, servirá como material de apoyo para los investigadores que deseen realizar análisis de muestreos en el lugar de estudio.

1.4. Limitaciones

Para realizar la siguiente investigación, se tenía que efectuar los permisos a la Municipalidad Provincial de Hualgayoc – Bambamarca para llevar a cabo el monitoreo en el lugar de estudio, lo que retrasaba el trabajo de campo. Sin embargo, esta limitación se superó, ya teniendo los permisos aprobados por los ingenieros del Área Técnica Municipal de la Municipalidad Provincial de Hualgayoc – Bambamarca y el visto bueno por el Alcalde Provincial.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar la calidad de las aguas para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017.

1.5.2. Objetivos específicos

- Determinar los parámetros físicos como el Color, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, pH, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura y Turbiedad de las aguas para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017.

- Determinar los parámetros químicos como el Cloro Libre Residual, Dureza Total y Metales Totales de las aguas para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017.
- Determinar los parámetros microbiológicos como Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes de las aguas para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Según (Barahona, S. et. al., 2014), realizaron un estudio con el objetivo de determinar los parámetros físico, químicos y biológicos del agua de consumo humano del barrio Cuatro Esquinas parroquia Eloy Alfaro Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi en el periodo 2013, donde se realizó mediciones en el tanque de llegada, tanques de sedimentadores y red de distribución de la planta municipal de tratamiento de agua “Loma de Alcoceres” y en el domicilio del barrio Cuatro Esquinas. Los resultados de agua analizada fueron que los sólidos totales disueltos del agua corresponden a 63 *mg/L*, el color es de 15 *Upt Co* y la turbiedad tiene un valor de 5 *NTU*, siendo valores promedios registrados en los cuatros puntos de medición. En los parámetros físicos del agua no sobrepasan el límite máximo permisible para agua de consumo humano manteniéndose en niveles aceptables dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1 108:2006. La dureza registrada en el barrio Cuatro Esquinas es de 20 *mg/L CaCO₃* a (2 °F) por tan razón influye en que el agua sea corrosiva y por tanto la población se ve afectada por resequedad de la piel, corrosión en utensillos de cocina, y deterioro de los sistemas de distribución domiciliaria de agua. El pH del agua es de 7.2 y la alcalinidad es de 36 *mg/L*, estos parámetros químicos no presentan graves alteraciones y están dentro de los límites de la normatividad INEN. En el estudio de los parámetros biológicos del agua de consumo humano del barrio Cuatro Esquinas la demanda química de oxígeno es 0 *mg/L* en los cuatro puntos de medición y también la demanda biológica de oxígeno es 0 *mg/L* lo que demuestra que no existe presencia de coliformes fecales y coliformes totales. Después del análisis y evaluación con la normativa vigente se determina que la mayor afectación del agua del barrio Cuatro Esquinas es la corrosión.

Asimismo, se aprobó los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua mediante Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua, en su condición del cuerpo receptor y componente básico de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni para el ambiente. Los Estándares aprobados son aplicables a los cuerpos de agua del territorio nacional en su estado natural y son obligatorios en el diseño de normas legales y las políticas públicas siendo un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental.

Por su parte (Cava, T. et. al., 2016), realizaron un estudio con el objetivo de caracterizar físico – químico y microbiológicamente el agua de consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito de Pacora - Lambayeque y elaborar una propuesta de tratamiento para el fortalecimiento del servicio de agua. Para ello, se tomó como referencia el Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: DS N° 031 – 2010 – SA del Ministerio de Salud. Para el análisis de agua se tomaron 10 puntos de muestreo en diferentes sitios de la localidad los cuales incluye el pozo subterráneo, tanque de almacenamiento y en 8 viviendas, para cada sitio de muestreo se recolectó dos muestras para análisis físico – químico y microbiológico respectivamente, se recolecto por 4 semana haciendo un total de 40 muestras, evaluándose 19 parámetros. En los resultados obtenidos, muestran que los parámetros están dentro de los límites para consumo humano como son el pH, dureza total, turbidez, color, nitratos, arsénico, plomo y recuento de heterótrofos y los siguientes parámetros que sobrepasan los límites son: cloruros, magnesio, conductividad eléctrica, sólidos totales disueltos, sulfatos, cloro residual, coliformes totales y coliformes termotolerantes. Según los datos proporcionados de la calidad del agua, se concluye que el agua proveniente de la localidad de Las Juntas no es apta para consumo humano. Esto implica y justifica la aplicación sistemática de un tratamiento de electrodiálisis reversible, con el fin de mejorar la calidad de agua, y lograr que la población esté protegida contra enfermedades infectocontagiosas.

Por otro lado (Cacho, 2014), realizó un estudio con el objetivo de determinar la calidad del agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, región Cajamarca en 28 puntos de monitoreo, llevado a cabo en cuatro meses con frecuencia quincenal, colectándose muestras de agua. El agua potable de la ciudad de Cajamarca presento una elevada fluctuación de cloro libre residual. También se encontraron valores <1 tanto para coliformes totales como para coliformes termotolerantes. La temperatura oscilo entre los valores de $12.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $23\text{ }^{\circ}\text{C}$. Los valores de conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos se mantuvieron estables entre rangos de $231 - 405\ \mu\text{S}/\text{cm}$ y $147.5 - 186.7\ \text{UNT}$ respectivamente. Los valores de pH oscilaron entre 6.19 y 8.50. Los valores de turbiedad oscilaron entre 0.35 y 3.51 *UNT*. Ninguno excediendo los Límites Máximos Permisibles del Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Además, los análisis de correlación indican que los valores de conductividad y sólidos totales disueltos tienen la mayor afinidad, mientras que los valores de pH y turbiedad tiene la menor afinidad. Se concluye que el agua potable que consume la ciudad de Cajamarca está dentro de los estándares de calidad según el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Calidad del agua

El agua destinada al consumo humano es la que sirve para beber, cocinar, preparar alimentos u otros usos domésticos. 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 (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SV), 2015).

El agua posee unas características variables que la hacen diferente de acuerdo al sitio y al proceso de donde provenga, estas características se pueden medir y clasificar de acuerdo a características físicas, químicas y biológicas del agua. Éstas últimas son las que determinan la calidad de la misma y hacen que ésta sea apropiada para un uso determinado (OMS, 2008).

Por consiguiente, el agua es esencial para la vida. La cantidad de agua dulce existente en la tierra es limitada, y su calidad está sometida a una presión constante y la conservación de la calidad del agua dulce es importante para el suministro de agua de bebida, la producción de alimentos y el uso recreativo. La calidad del agua puede verse comprometida por la presencia de agentes infecciosos, productos químicos tóxicos o radiaciones (OMS, 2015).

2.2.2. Calidad fisicoquímica 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.

Existe una gran cantidad de parámetros químicos los cuales determinan la calidad del agua, sin embargo, son pocas las sustancias de las que se haya comprobado que causan efectos nocivos sobre la salud humana como consecuencia de la exposición a cantidades excesivas de las mismas en el agua de consumo, tales como fluoruro, el arsénico, el nitrato y el plomo (OMS, 2008).

2.2.3. Calidad microbiológica del agua

La verificación de la calidad microbiológica del agua por lo general incluye sólo análisis microbiológicos. 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.

En la mayoría de los casos, conllevará el análisis de microorganismos indicadores de contaminación fecal, pero también puede incluir, en algunas circunstancias, la determinación de las concentraciones de patógenos específicos.

Para determinar la contaminación fecal, generalmente se usa como indicador la presencia de *Escherichia Coli*. A su vez, el análisis de la presencia de bacterias coliformes termotolerantes puede ser una alternativa aceptable en muchos casos.

La inocuidad del agua de consumo no depende únicamente de la contaminación fecal. Algunos microorganismos proliferan en las redes de distribución de agua (por ejemplo, Legionella), mientras que otros se encuentran en las aguas de origen (el dracúnculo, Dracunculus medinensis) y pueden ocasionar epidemias. Es importante resaltar que no solo el consumo del agua contaminada puede traer problemas a la salud, sino también el contacto con la misma o la inhalación de gotículas de agua (aerosoles).

Algunos de los agentes patógenos cuya transmisión por agua de consumo contaminada es conocida producen enfermedades graves que en ocasiones pueden ser mortales, algunas de estas enfermedades son la fiebre tifoidea, el cólera, la hepatitis infecciosa y las enfermedades causadas por Shigella spp. y por Escherichia Coli. Otras enfermedades conllevan típicamente desenlaces menos graves, como la diarrea de resolución espontánea (OMS, 2008).

2.2.4. Agua potable

Se conoce con este nombre al agua que ha sido tratada con el objetivo de hacerla apta para el consumo humano, teniendo en cuenta todos sus usos domésticos. Algunas especies biológicas y fisicoquímicas pueden afectar la aceptabilidad del agua para consumo humano, por ejemplo:

- Su apariencia estética: turbiedad, olor, sabor, espuma.
- Su composición química: acidez, alcalinidad, aceites y grasas, compuestos orgánicos e inorgánicos en general. Es necesario, considerar las transformaciones químicas y bioquímicas a que están expuestos los contaminantes del ambiente acuático.

Las alteraciones químicas pueden afectar su disponibilidad biológica o tóxica (aumentarla o disminuirlas). Poco se sabe acerca de estos procesos químicos, físicos y biológicos y sus mecanismos, a pesar de que son indispensables para comprender los efectos en la salud del consumidor. Por ejemplo, aún no se entiende bien la relación que existe entre la dureza del agua y las trazas metálicas, y los efectos en el organismo del consumidor, pero se sabe que estos factores pueden influir en la salud y tal vez estar relacionados con algunas enfermedades de la población en diferentes áreas geográficas (FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura IT), 2013).

2.2.5. Contaminación del agua

El agua no sólo es parte esencial de nuestra propia naturaleza física y la de los demás seres vivos, sino que también contribuye al bienestar general en todas las actividades humanas, el agua que procede de fuentes superficiales (ríos, lagos y quebradas), es objeto día a día de una severa contaminación, producto de las actividades del hombre; éste agrega al agua sustancias ajenas a su composición, modificando la calidad de ésta (Rondón, 2012).

El estado natural del agua puede ser afectado por procesos naturales, por ejemplo, los suelos, las rocas, insectos y excremento de animales, la otra forma que se puede cambiar su estado natural, es artificialmente por participación del hombre, por sustancias que cambian el pH, la salinidad, mediante actividades mineras; otros por no tener desagües al no reciclar su basura, desechar su basura a los lechos de los ríos y quebradas. Otra razón es el uso excesivo de fertilizantes, los cuales son arrastrados por las aguas hacia los ríos, hace que crezcan las algas en exceso y no ingrese la luz al lago o laguna y los peces mueran, otra forma de contaminación es la presencia de metales pesados como: el plomo y el cadmio los cuales generan bioacumulación y finalmente los residuos urbanos o aguas servidas que contienen excrementos (MINAGRI - Ministerio de Agricultura, 2006).

2.2.6. Contaminación del agua por metales pesados

La contaminación de las aguas hoy en día es un problema alarmante en todos los países. En el mundo la población crece y el consumo de agua se duplica cada veinte años. Así las aguas residuales que generan las actividades industriales y domésticas también aumentan, de las cuales sólo el 5% son tratadas para purificarlas y reciclarlas. Datos reportados por Naciones Unidas muestran que una de cada cinco personas en el mundo no tiene acceso al agua potable, mientras que alrededor de 2400 millones carecen de condiciones adecuadas de salubridad (Blanco, A. et. al., 2014).

2.2.7. El cloro y la salud

El riesgo de cáncer en los humanos debido a la cloración del agua de consumo ha sido evaluado en distintos estudios.

La incidencia de cáncer de colon fue mayor para personas que bebían agua clorada, que las que no la bebían, en una relación aproximada de 2,5 veces más para las primeras.

La incidencia de cáncer de vejiga (2,3 veces mayor) sobre grupos de sujetos que recibieron agua clorada, de otros que bebieron otro tipo de agua.

Se demostró además que la toxicidad de los compuestos clorados presentes en el agua produjo cambios en la información genética de las células (OMS, 2010).

2.2.8. Parámetros de calidad física del agua

2.2.8.1. Sólidos Totales Disueltos

Es el residuo remanente después de evaporar una muestra de agua a 103 °C – 105 °C. En general, la presencia de estos sólidos produce la turbiedad del agua. Incluye los sólidos sedimentables, los sólidos suspendidos totales, los sólidos disueltos totales y los coloidales. La diferencia entre uno y otro es el tamaño de partícula, siendo los de mayor tamaño los sólidos sedimentables con un diámetro mayor a 10 μm ; y los más pequeños los sólidos disueltos totales (SDT), con un diámetro menor a 0.001 μm . Estos últimos son una medida de la concentración total de iones en solución, principalmente de sales minerales (Chavez de Alláin, 2012).

La palatabilidad del agua con una concentración de SDT menor que 600 mg/L suele considerarse buena, pero a concentraciones mayores de aproximadamente 1000 mg/L la palatabilidad del agua de consumo disminuye significativa y progresivamente. Los consumidores también pueden considerar inaceptable la presencia de concentraciones altas de SDT debido a que genera excesivas incrustaciones en tuberías, calentadores, calderas y electrodomésticos (OMS, 2008).

2.2.8.2. Turbidez

La turbidez se origina por partículas en suspensión o coloidales (arcillas, limo, tierra finamente dividida, etc.), que pueden proceder del agua de origen, como consecuencia de un filtrado inadecuado, o debido a la suspensión de sedimentos en el sistema de distribución. Otra posible causa es debido a la presencia de partículas de materia orgánica en algunas aguas subterráneas o el desprendimiento de biopelículas en el sistema de distribución.

Un agua turbia representa la presencia de partículas que pueden proteger durante la desinfección a los microorganismos, e incluso estimular la proliferación de bacterias. Es por ello que, siempre que se someta el agua a un proceso de desinfección, para que éste sea eficaz, la turbidez del agua debe ser baja.

Por otro lado, la turbidez en el agua puede ser también un indicador de la existencia de problemas, sobre todo en la coagulación, sedimentación y en la filtración. Por lo que, es un parámetro operativo de control importante de los procesos de tratamiento.

A pesar de todos los problemas que pueden significar un agua turbia, no se ha propuesto ningún valor de referencia basado en efectos sobre la salud. Lo único que se indica es que el aspecto del agua con una turbidez de 5 *UNT* suele ser aceptable para los consumidores. A su vez, la turbidez mediana debe ser menor que 0,1 *UNT* para que la desinfección sea eficaz (OMS, 2008).

2.2.8.3. Color

El color del agua se debe principalmente a la presencia de materia orgánica coloreada, 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).

Por otro lado, existen dos tipos de color: Color verdadero y color aparente. El color verdadero depende sólo del agua y la materia suspendida y disuelta. Una vez eliminado el material suspendido, el color remanente se le conoce como color aparente, producto pues de suspensiones no naturales que a su vez generan turbiedad (Chavez de Allain, 2012).

2.2.8.4. Conductividad Eléctrica

La conductividad eléctrica del agua es la capacidad que tienen las sales inorgánicas presentes en el agua para conducir corriente eléctrica. Es por ello, que la conductividad eléctrica es un perfecto indicador de la cantidad de sales disueltas, pues a mayor cantidad de éstas, mayor será la conductividad del agua. Por otro lado, las personas solo pueden consumir agua con conductividad eléctrica de máximo $1\ 500\ \mu\text{mho}/\text{cm}$. (Dirección General de Salud Ambiental, 2010).

2.2.8.5. Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros más importantes de la calidad del agua, pues a elevadas temperaturas puede ocurrir la proliferación de microorganismos. Asimismo, puede aumentar los problemas de sabor, olor, color y corrosión (OMS, 2008).

La 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).

2.2.8.6. Oxígeno Disuelto

En el contenido de oxígeno disuelto del agua influyen la fuente de agua bruta, su temperatura, el tratamiento al que se somete y los procesos químicos o biológicos que tienen lugar en el sistema de distribución. El agotamiento del oxígeno disuelto en los sistemas de abastecimiento de agua puede estimular la reducción por microorganismos del nitrato a nitrito y del sulfato a sulfuro, y puede hacer que aumente la concentración de hierro ferroso en disolución, con el consiguiente cambio de color del agua al entrar en contacto con el aire al salir del grifo (OMS, 2006).

Los niveles de oxígeno disuelto son bajos en aguas tibias que se mueven despacio. Además, en ciertas épocas del año se generan corrientes fuertes y turbulentas del agua la cual incrementa su oxigenación (Sánchez, 2008).

2.2.8.7. Cloro Libre Residual

El Cloro Residual Libre es la cantidad de cloro presente en el agua en forma de ácido hipocloroso e hipoclorito que debe quedar en el agua de consumo humano para proteger de posible contaminación microbiológica, posterior a la cloración como parte del tratamiento (Ministerio de Salud, 2011).

El control de la contaminación microbiológica con el uso del cloro en el tratamiento del agua tiene dos objetivos: Desactivar los elementos patógenos presentes en el agua bruta y prevenir nuevamente la contaminación del agua tratada durante su permanencia en la red de distribución antes del consumo. La desinfección por medio del cloro permite alcanzar estos objetivos por su gran eficacia para destruir patógenos y por asegurar la presencia de un residuo en la red de distribución, es primordial que el agua tratada sea siempre potable desde el punto de vista microbiológico (Rodríguez, M. et al., 2007).

2.2.9. Parámetros de calidad química del agua

2.2.9.1. pH (Potencial de Hidrógeno)

El pH no suele afectar directamente a los consumidores, es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, ya que determinados procesos químicos ocurren tan solo a un determinado pH. Por ejemplo, para que las desinfecciones con cloro sean eficaces es necesario que el pH se encuentre entre un valor de 6.5 y 8. De esta manera, se debe prestar mucha atención al control del pH en todas las fases del tratamiento del agua para garantizar que su clarificación y desinfección sean satisfactorias. Además, el pH de la misma se debe controlar durante su sistema de distribución para evitar la corrosión e incrustaciones en las redes de distribución, ya que el agua con un pH bajo será probablemente corrosiva (OMS, 2008).

2.2.9.2. Dureza Total

La dureza del agua hace referencia a la concentración de compuestos minerales de cationes polivalentes (principalmente bivalentes y específicamente los alcalinotérreos) que hay en una determinada cantidad de agua, principalmente Ca^{2+} y Mg^{2+} , expresados como $mg/L CaCO_3$, que ingresan al agua en el proceso natural de disolución de las formaciones rocosas presentes en el suelo (Chavez de Allain, 2012).

El valor del umbral gustativo del ion calcio se encuentra entre 100 y 300 *mg/L*, dependiendo del anión asociado, mientras que el del magnesio es probablemente menor que el del calcio. En algunos casos, los consumidores toleran una dureza del agua mayor que 500 *mg/L*; esto se encuentra en función de las condiciones locales. No obstante, no se propone ningún valor de referencia para la dureza del agua de consumo basado en efectos sobre la salud (OMS, 2008).

Por otro lado, la OMS resalta que es importante determinar este parámetro para determinar la calidad del agua, ya que a elevadas temperaturas y en función de la interacción de otros factores, como el pH y la alcalinidad, puede formar incrustaciones en los equipos mecánicos, instalaciones de tratamiento, el sistema de distribución y las tuberías.

2.2.9.3. Aluminio

Las fuentes más comunes de aluminio en el agua de consumo son el aluminio de origen natural y las sales de aluminio utilizadas como coagulantes en el tratamiento del agua. La presencia de aluminio en concentraciones mayores que 0,1 – 0,2 *mg/L* suele ocasionar quejas de los consumidores como consecuencia de la precipitación del flóculo de hidróxido de aluminio en los sistemas de distribución y el aumento de la coloración del agua por el hierro. Por lo tanto, es importante optimizar los procesos de tratamiento con el fin de reducir al mínimo la presencia de residuos de aluminio en el sistema de abastecimiento. En buenas condiciones de funcionamiento, pueden alcanzarse, en muchas circunstancias, concentraciones de aluminio menores que 0,1 *mg/L*.

Hay escasos indicios de que la ingestión de aluminio por vía oral produzca toxicidad en el ser humano, a pesar de la frecuente presencia del elemento en alimentos, agua de consumo y numerosos antiácidos. Se ha sugerido la hipótesis de que la exposición al aluminio es un factor de riesgo para el desarrollo o aparición temprana de la enfermedad de Alzheimer en el ser humano (OMS, 2006).

2.2.9.4. Boro

El boro se encuentra de forma natural en aguas subterráneas en función a la geología de la zona, pero su presencia en aguas superficiales con frecuencia es consecuencia del vertido en aguas superficiales de efluentes residuales tratadas (utilización de ciertos detergentes). Se estima que la concentración de boro en el agua de consumo en la mayor parte del mundo es 0.1 a 0.3 *mg/L*.

Los tratamientos convencionales del agua (coagulación, sedimentación y filtración) no eliminan cantidades significativas de boro, por lo que es necesario utilizar métodos especiales para eliminarlo de las aguas que tengan concentraciones altas de boro o también mediante tratamiento de intercambio iónico y de ósmosis inversa puede conseguirse una disminución sustancial de boro en el agua para consumo humano (OMS, 2006).

2.2.9.5. Bario

El bario presente en el agua proviene principalmente de fuentes naturales. La concentración en el agua de consumo generalmente es inferior a 100 $\mu\text{g/L}$, aunque en agua de consumo procedente de aguas subterráneas se han registrado concentraciones superiores a 1 *mg/L*. Si la concentración de bario en el agua para consumo humano es elevada puede conducir significativamente a la ingesta total (OMS, 2006).

2.2.9.6. Cobre

La presencia de cobre en un sistema de abastecimiento de agua de consumo se debe, por lo general, a la acción corrosiva del agua que disuelve las tuberías de cobre. Las concentraciones pueden sufrir variaciones significativas en función del tiempo que el agua haya estado retenida en contacto con las tuberías; por ejemplo, una muestra de agua tomada nada más abrir el grifo tendrá, previsiblemente, una concentración de cobre mayor que una muestra tomada después que haya corrido el agua abundantemente. Las concentraciones altas pueden interferir con los usos domésticos previstos del agua. El cobre en el agua de consumo puede aumentar la corrosión de accesorios de acero y hierro galvanizados. Cuando la concentración de cobre del agua es mayor que 1 *mg/L*, mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. A niveles mayores que 5 *mg/L*, el cobre también tiñe el agua y confiere un sabor amargo no deseado (OMS, 2006).

2.2.9.7. Hierro

En las aguas subterráneas anaerobias puede haber concentraciones de hierro ferroso de varios miligramos por litro sin que se manifieste alteración alguna del color ni turbidez al bombearla directamente desde un pozo. Sin embargo, al entrar en contacto con la atmósfera, el hierro ferroso se oxida a férrico, tiñendo el agua de un color marrón rojizo no deseable.

El hierro también potencia la proliferación de bacterias ferruginosas, que obtienen su energía de la oxidación del hierro ferroso a férrico y que, en su actividad, depositan una capa viscosa en las tuberías. En niveles por encima de $0,3 \text{ mg/L}$, el hierro mancha la ropa lavada y los accesorios de fontanería. Por lo general, no se aprecia ningún sabor en aguas con concentraciones de hierro menores que $0,3 \text{ mg/L}$, aunque pueden aparecer turbidez y coloración (OMS, 2006).

2.2.9.8. Manganeso

La presencia de manganeso a concentraciones mayores que $0,1 \text{ mg/L}$ en sistemas de abastecimiento de agua produce un sabor no deseable en bebidas y mancha la ropa lavada y los aparatos sanitarios. Al igual que sucede con el hierro, la presencia de manganeso en el agua de consumo puede dar lugar a la acumulación de depósitos en el sistema de distribución. Las concentraciones menores que $0,1 \text{ mg/L}$ suelen ser aceptables para los consumidores. Incluso en una concentración de $0,2 \text{ mg/L}$, el manganeso formará con frecuencia una capa en las tuberías, que puede desprenderse en forma de precipitado negro. El valor de referencia basado en efectos sobre la salud para el manganeso es cuatro veces mayor que el mencionado umbral de aceptabilidad de $0,1 \text{ mg/L}$ (OMS, 2006).

2.2.9.9. Sodio

Los compuestos de sodio están de forma natural en el agua. El sodio procede de rocas y de suelos. Se encuentran en concentraciones significativas en los ríos y en los lagos, sin embargo, su valor depende de las condiciones geológicas y de la contaminación por aguas residuales (General Water Company Argentina, 2016).

2.2.9.10. Fósforo

Los compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Su origen es el lixiviado de los terrenos que atraviesa, o por contaminación orgánica. Actualmente existe una fuente contaminante de fósforo artificial, por el uso de los detergentes polifosfatados (Ambientum, 2015).

2.2.9.11. Berilio

El berilio en el agua proviene de diferentes fuentes. La mayor parte proviene de la solubilización del berilio de las rocas y el suelo por el agua que corre por encima o a través de éstos. Cierta cantidad de berilio se encuentra suspendida en aguas turbias. Los niveles de berilio en el agua potable en diferentes partes del mundo son muy bajos. De acuerdo a la EPA, los niveles de berilio detectados comúnmente no representan un riesgo para la salud (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016).

2.2.10. Parámetros de calidad microbiológica del agua

2.2.10.1. Coliformes

Los coliformes son una familia de bacterias que han sido usualmente indicadoras de contaminación fecal en el control de la calidad del agua destinada al consumo humano. En los medios acuáticos los coliformes son más resistentes que las bacterias patógenas intestinales y su origen es principalmente fecal. Por lo tanto, su ausencia indica que el agua es bacteriológicamente segura, y su número en el agua es directamente proporcional al grado de contaminación fecal; es decir que mientras más coliformes se identifican en el agua, mayor es la gravedad de la descarga de heces (WHO - World Health Organization, 2016).

2.2.10.2. Bacterias

Para la (OMS, 2008), la mayoría de bacterias patógenas pueden ser transmitidas por el agua, causando graves enfermedades o lesiones al aparato respiratorio e incluso al cerebro. Por ello, es de vital importancia asegurar la calidad del agua de consumo.

Para esto, se toman en cuenta una serie de indicadores microbiológicos, cuya interpretación debe ser muy cuidadosa y según las circunstancias de lugar y tiempo en que se tomen las muestras, ya que la calidad del agua puede variar con gran rapidez y todos los sistemas pueden presentar fallos ocasionales. Por ejemplo, la lluvia puede hacer aumentar en gran medida la contaminación microbiana en el agua de origen, haciendo frecuentes los brotes de enfermedades transmitidas por la misma.

2.2.10.3. Coliformes Totales

El grupo coliforme está formado por todas las bacterias Gram (-), de morfología bacilar, aerobias o anaerobias facultativas, oxidasas negativas, no esporógenas y capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a 35 °C dentro de las 24 horas. Las bacterias coliformes pueden hallarse 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 (OMS, 2006).

Son bacterias aerobias y anaerobias facultativas, gran negativa no esporuladas y de forma alargada, que desarrollan una colonia roja con brillo metálico en un medio tipo Endo que contenga lactosa tras una incubación de 24 horas a 35 °C (NORMA TÉCNICA PERUANA, 2012).

2.2.10.4. Coliformes Fecales o Termotolerantes

Los coliformes fecales forman parte del total del grupo de coliformes y son definidas como bacilo Gram (-), no esporulados que fermentan la lactosa con producción de ácido y gas a 44.5 °C dentro de las 24 horas. La mayor especie en el grupo de coliformes fecales es la *Escherichia Coli* y en menor grado las especies de *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* (Dirección General de Salud Ambiental, 2008).

Los coliformes termotolerantes representan un grupo de bacterias indicadoras de contaminación fecal. Generalmente la bacteria que predomina en la mayoría de las aguas, es *Escherichia*; incluso ésta está presente en concentraciones muy grandes en las heces humanas y animales, y raramente se encuentra en ausencia de contaminación fecal. Sin embargo, no se debe dejar de mencionar que también las bacterias *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* son termotolerantes (OMS, 2008).

Los coliformes termotolerantes (fecales) tienen la capacidad de reproducirse fuera del intestino de los animales homeotérmicos, favorecida por la existencia de condiciones adecuadas de materia orgánica, pH, humedad, entre otras. Algunos géneros también pueden reproducirse en las biopelículas que se forman en las tuberías de distribución de agua potable (Tacuri, J. et. al., 2012).

2.2.11. Ley General del Ambiente: Ley N° 28611

Artículo I.- Del derecho y deber fundamental

Toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida; y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible.

Artículo V.- Del principio de sostenibilidad

La gestión del ambiente y de sus componentes, así como ejercicio y la protección de los derechos que establece la presente Ley, se sustentan en la integración equilibrada de los aspectos sociales, ambientales y económicos del desarrollo nacional, así como en la satisfacción de las necesidades de las actuales y futuras generaciones.

Artículo IX.- Del principio de responsabilidad ambiental

El causante de la degradación del ambiente y de sus componentes, sea una persona natural o jurídica, pública o privada, está obligado a adoptar inexcusablemente las medidas para su restauración, rehabilitación o reparación según corresponda.

2.2.12. Ley de Recursos Hídricos: Ley N° 29338

Esta Ley establece que las aguas, sin excepción alguna, son de propiedad de la Nación, y su dominio es inalienable e imprescindible. No hay propiedad privada de las aguas ni derechos adquiridos sobre ellas. El uso justificado y racional del agua, sólo puede ser otorgado en armonía con el interés social y el desarrollo del país.

Según el **Artículo 83°**: Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

Principios que rigen el uso y gestión integrada de los recursos hídricos:

Principio de valorización del agua y de gestión integrada del agua: Tiene un valor sociocultural, valor económico y valor ambiental, por lo que su uso debe basarse en una gestión integrada.

Principio de prioridad en el acceso al agua: El acceso al agua para la satisfacción de las necesidades primarias de la persona humana es prioritario por ser un derecho fundamental.

Principio de participación de la población y cultura del agua: El estado crea mecanismos para la participación de los usuarios y de la población organizada en la toma de decisiones que afectan el agua en cuanto a calidad, cantidad, oportunidad u otro atributo del recurso.

Principio de seguridad jurídica: El estado consagra un régimen de derechos para el uso del agua y promueve el respeto de las condiciones que otorgan seguridad jurídica a la inversión relacionada con su uso, sea pública o privada o en coparticipación.

Principio de sostenibilidad: El estado promueve y controla el aprovechamiento y conservación sostenible de los recursos hídricos previniendo la afectación de su calidad ambiental y de las condiciones naturales de su entorno.

Principio precautorio: La ausencia de certeza absoluta sobre el peligro de daño grave o irreversible que amenace las fuentes de agua no constituye impedimento para adoptar medidas que impidan su degradación o extinción.

Principio de eficiencia: La gestión integrada de los recursos hídricos se sustenta en el aprovechamiento eficiente y su conservación, incentivando el desarrollo de una cultura de uso eficiente entre los usuarios y operadores.

Principio de gestión integrada participativa por cuenca hidrográfica: El uso del agua debe ser óptimo y equitativo, basado en su valor social, económico y ambiental, y su gestión debe ser integrada por cuenca hidrográfica y con participación activa de la población organizada.

Principio de tutela jurídica: El estado protege, supervisa y fiscaliza el agua en sus fuentes naturales o artificiales y en el estado en que se encuentre: líquido, sólido o gaseoso, y en cualquier etapa del ciclo hidrológico.

2.2.13. Ley General de Salud: Ley N° 26842

Esta Ley establece que la salud es condición indispensable del desarrollo humano y medio fundamental para alcanzar el bienestar individual y colectivo. Por tanto, es responsabilidad del Estado regularla, vigilarla y promoverla.

En el **Artículo 103°**: Indica que la protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los Estándares que, para preservar la salud de las personas, es responsabilidad de la Autoridad de Salud competente.

En el **Artículo 104°**: Señala que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o sustancias contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

En el **Artículo 105°**: La Autoridad de Salud competente se encarga, como misión dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas derivados de elementos, factores y agentes ambientales, de conformidad con lo que establece, en cada caso, la ley de la materia.

2.3. Hipótesis

La calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca presenta parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que están dentro y fuera de los límites máximos permisibles por el ECA Categoría A1 del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Tabla 01: Operacionalización de la variable.

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Calidad del agua	Son las condiciones en que se encuentra el agua, respecto a las características físicas, químicas y biológicas en su estado natural o después de ser alteradas por el accionar humano.	Indicadores físicos	Color	Unidad de Color verdadero escala <i>Pt/Co</i>
			Conductividad Eléctrica	$\mu S/cm$
			Oxígeno Disuelto	<i>mg/L</i>
			pH	Unidad de pH
			Sólidos Totales Disueltos	<i>mg/L</i>
			Temperatura	$^{\circ}C$
		Indicadores químicos	Turbidez	<i>NTU</i>
			Cloro Libre Residual	<i>mg Cl₂/L</i>
			Dureza Total	<i>mg CaCO₃/L</i>
		Indicadores microbiológicos	Metales Totales	<i>mg/L</i>
			Coliformes Totales	<i>NMP/100mL</i>
			Coliformes Termotolerantes	<i>NMP/100mL</i>

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.2. Diseño de Investigación

El diseño de la investigación pertenece a una investigación No Experimental, porque se estudiará las variables en donde se puede saber de qué manera fluctúa el comportamiento del agua en los diferentes puntos de muestreo que indica el protocolo de monitoreo **“Caracterización de Fuentes de Agua y del Agua para Consumo Humano”** con RD N° 160-2015/DIGESA/SA.

Según el tipo de investigación, el presente trabajo es Transversal: Descriptivo, porque está dirigido a determinar la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca – Trabajo de campo.

Diseño Transversal:

Estudio	T1
M	O

Dónde:

M = Muestra.

O = Observación.

3.3. Unidad de estudio

Constituye la unidad de estudio las aguas utilizadas y analizadas para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca – 2017.

3.4. Población

La población está representada por la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, región Cajamarca - 2017, las cuales a través de los puntos de muestreo que se realizará en campo, se determinará la calidad de las aguas suministradas a la población.

3.5. Muestra (muestreo o selección)

La muestra está constituida por los puntos de muestreo identificados previo al estudio, se efectuará muestreos mensuales siendo desde agosto a octubre del año 2017 los meses de muestreo en época de estiaje y lluvia, recopilando muestras en 4 puntos georreferenciados: muestras de agua para consumo humano, en parámetros físicos, químicos y microbiológicos, siendo un total de 12 muestras tomadas del lugar de estudio.

Las muestras serán recolectadas siguiendo el protocolo de monitoreo, siendo analizadas en un laboratorio que amerite ser acreditado.

Tabla 02: Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca – 2017.

Puntos de monitoreo	Estaciones de monitoreo	Altitud (msnm)	UTM	
			E	N
CTC	Captación “Tres Chorros”	2635	771849	9262099
R-2	Reservorio 2	2585	773556	9261271
R-1	Reservorio 1	2579	773790	9260970
CAF	Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña”	2541	774165	9260738

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

Las técnicas para el recojo de información corresponden al reconocimiento del ámbito de trabajo – distrito de Bambamarca, contando con las cartas nacionales digitalizadas y sistematizadas. Luego, se realizó el recorrido en un mototaxi desde la Captación “Tres Chorros” y otros puntos de monitoreo, la cual nos sirvió para realizar los trabajos de campo y gabinete de la presente investigación.

3.6.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en el lugar de estudio – distrito de Bambamarca ayudaron a recolectar los datos de los diferentes puntos de muestreo.

Tabla 03: Instrumentos utilizados para el recojo de datos.

Instrumentos para el recojo de datos
- GPS.
- Cámara Fotográfica.
- Multiparámetro.
- Turbidímetro.
- Balde.
- Cadena de Custodia.
- Fichas de campo.
- Plumón indeleble.
- Guantes.
- Mandil.
- Cooler con envases para el muestreo.

Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.6.3. Recolección de datos

El recojo de los datos de campo serán recopilados in situ, mediante equipos portátiles de análisis de calidad de aguas de algunos parámetros como: Temperatura ($^{\circ}\text{C}$), Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), pH, Oxígeno Disuelto (mg/L) y Sólidos Totales Disueltos (mg/L), siendo el Multiparámetro y Turbidez (NTU), siendo el Turbidímetro. Los equipos de campo usados para medir los parámetros físicos tienen que ser calibrados antes de que se puedan tomar las muestras de calidad del agua. Además, los parámetros como Metales Totales (mg/L), Dureza Total (mg/L), Color (Pt/Co), Cloro Libre Residual ($\text{mg Cl}_2/\text{L}$), Coliformes Termotolerantes ($\text{NMP}/100\text{mL}$) y Coliformes Totales ($\text{NMP}/100\text{mL}$) serán analizados en el Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca y se realizará siguiendo el protocolo de monitoreo de la calidad del agua para consumo humano.

Figura 01: Multiparámetro para el análisis de la calidad del agua en el distrito de Bambamarca – 2017.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura 02: Turbidímetro para el análisis de la calidad del agua en el distrito de Bambamarca – 2017.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Las técnicas para el recojo de información corresponden al reconocimiento del ámbito de estudio:

A. Identificación

Como primera parte se identificarán los puntos de muestreo y se realizará el reconocimiento del área de trabajo – Captación “Tres Chorros”, los reservorios (R-1 y R-2) y una red de conexión domiciliaria, de tal manera que permita obtener su ubicación exacta en los muestreos futuros, además de determinar la ubicación, utilizando un sistema de posicionamiento satelital (GPS) registrando coordenadas UTM en sistema WGS84.

B. Localización

Corresponde al distrito de Bambamarca que abarca un área de 166.44 hectáreas. Ámbito en el cual se elaborará el estudio, cuya población está compuesta por 81,731 habitantes para el año 2015.

La zona de estudio donde se realizará el trabajo de investigación de la calidad del agua de la Captación “Tres Chorros” y otros puntos de monitoreo, se encuentra en la zona 17 Sur, limitado entre el río Tingo Maygasbamba (De la Quebrada) y el río Llaucano.

C. Accesibilidad

El acceso al lugar para la toma de muestras es factible, debido a que hay una carretera que conduce a la provincia de Chota, siendo desde la Captación “Tres Chorros”, el primer punto de monitoreo para la toma de las muestras y posteriormente los otros puntos de monitoreo se realizará aguas abajo en la ciudad de Bambamarca.

D. Revisión de información existente

- Revisión de material bibliográfico.
- Localización física del lugar de estudio.
- Determinación de las coordenadas de los diferentes puntos de muestreo desde la captación, reservorios y red de conexión domiciliaria.
- Se realizará la toma de fotografías de los puntos donde se registrará el muestreo.

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

3.7.1. Métodos

Las muestras de agua físicas serán analizadas en el lugar de estudio conjuntamente con el ingeniero encargado del Área Técnica Municipal – SEDABAM y las muestras químicas y microbiológicas serán analizadas en el Laboratorio Regional del Agua del Gobierno Regional de Cajamarca.

3.7.1.1. Toma de datos de campo – Captación “Tres Chorros” (CTC)

A. Captación “Tres Chorros” (CTC)

Es un manantial de ladera de agua natural destinada para el consumo humano del distrito de Bambamarca.

Figura 03: Captación del manantial "Tres Chorros" destinada para el distrito de Bambamarca.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.7.1.2. Toma de datos de campo – Reservoirio 2 (R-2)

B. Reservoirio 2 (R-2)

Tiene un volumen de capacidad de 670 m³, el agua almacenada en el reservorio pasa por un proceso de cloración, posteriormente es destinada para el consumo humano del distrito de Bambamarca.

Figura 04: Reservorio 2 (R-2).



Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.7.1.3. Toma de datos de campo – Reservorio 1 (R-1)

C. Reservorio 1 (R-1)

Tiene un volumen de capacidad de 470 m³, el agua almacenada en el reservorio pasa por un proceso de cloración, posteriormente es destinada para el consumo humano del distrito de Bambamarca.

Figura 05: Reservorio 1 (R-1).



Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.7.1.4. Toma de datos de campo – Jr. Alfonso Ugarte (CAF)

D. Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña” (CAF)

Es una red de conexión domiciliaria, donde el agua llega proveniente de los reservorios y es abastecida por las personas que lo habitan.

Figura 06: Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña” (CAF).



Fuente: Elaboración propia, 2017.

I. Parámetros físicos, químicos y microbiológicos

a) Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura y pH

Se realizó la medición del agua con un equipo Multiparámetro de marca HACH, siendo desde el primer punto, la Captación “Tres Chorros” donde se introdujo el electrodo a la corriente de agua, el cual es una sonda multiparamétrica y en los demás puntos como el Reservorio R-2, Reservorio R-1 y el Jr. Alfonso Ugarte N° 230, se colectaron muestras de agua en un recipiente introduciendo el electrodo, dando valores de Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales Disueltos y Temperatura. (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 - 4500-O - 2540 - 2550, 2012). En cuanto a los valores de pH se realizó el registro en la Captación “Tres Chorros” mediante un electrodo a la corriente del agua y en los demás puntos de monitoreo se realizó el registro mediante un recipiente con muestras de agua. (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+, 2012). Por último, se esperó que el equipo se estabilice y realice las lecturas.

Figura 07: Medición de la Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto, Sólidos Totales Disueltos, Temperatura y pH.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

b) Color y Cloro Libre Residual

Se realizó la colecta en frascos de 1 litro de capacidad, enseguida se enjuago 3 veces los frascos, se tomó la muestra, se puso su tapón, se selló y se colocó la hora, el día y el punto de muestreo (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120, 2012). Sin embargo, para el primer punto de la Captación “Tres Chorros” no se tomó la colecta de agua de Cloro Libre Residual, ya que dicha agua proviene de una fuente natural sin tratamiento alguno (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl, 2012). Inmediatamente se trasladó al Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca en un cooler para su posterior análisis.

Figura 08: Envase para el muestreo del parámetro de Color y Cloro Libre Residual.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

c) Turbidez

Se utilizó un Turbidímetro de marca HANNA. El equipo empleado es un nefelómetro, el cual ofrece la lectura directa de la turbidez en Unidades Nefelométricas de Turbidez (*UNT*). Las muestras de todos los puntos se colectó mediante un frasco transparente, sin agitar la muestra de agua extraída (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130, 2012). Por último, se esperó que se estabilice el valor y realice la lectura.

Figura 09: Medición de la Turbidez.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

d) Dureza Total, Metales Totales y Mercurio (Hg)

Se realizó la colecta del agua en frascos de 1/2 litro de capacidad, enseguida se enjuago 3 veces los frascos, se tomó la muestra, se puso su tapón, se selló, se colocó la hora, el día y el punto de muestreo (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340, 2012). En cuanto a la colecta de agua de Metales Totales y Mercurio se adiciono 15 gotas de Ácido Nítrico HNO_3 (preservante) a cada frasco en los cuatro puntos de monitoreo (EPA 200.7. Rev 4.4. 1994. - 245.1. Rev 3.0. 1994., 2014). Posteriormente se trasladó al Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca en un cooler para su posterior análisis.

Figura 10: Envase para el muestreo de los parámetros de Dureza Total, Metales Totales y Mercurio (Hg).



Fuente: Elaboración propia, 2017.

e) Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes

Se realizó la colecta del agua en frascos estériles de 250 ml de capacidad directamente del punto de muestreo, posteriormente se selló y se envolvió la tapa con papel y liga, se colocó la hora, el día y el punto de muestreo (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B,C - 9221 B2,C,E1, 2012). Rápidamente se trasladó al Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca en un cooler para su posterior análisis.

Figura 11: Envases de Coliformes Totales y Coliformes Termotolerantes.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

3.7.2. Procedimiento de muestreo en campo

La recolección de las muestras de campo se realizará siguiendo el protocolo de calidad de aguas para consumo humano, teniendo en cuenta los siguientes pasos:

A. Cadena de custodia

La cadena de custodia es un formato en donde se evidencia, verifica, mantiene, documenta la posición de la muestra, desde la hora en que fue tomada la muestra y la hora en que llega al laboratorio.

Figura 12: Cadena de custodia.

Cadena de Custodia		Orden de Trabajo	
CLIENTE Cliente: _____ Contrato: _____ Dirección: _____ Ruc: _____ Procedencia de la muestra: <i>Bombas de agua</i>		DATOS DE CAMPO Muestreo: _____ Lugar: _____ Fecha de Emisión: 07/06/2017 N° de Revisión: 05 PÁGINA: 1 de 2	
Persona que Colecta la Muestra / N° Identificación: <i>Edwin Jhon Saldaña Vásquez</i> Correo Electrónico: <i>saldañaj@upn.edu.pe</i>		DATOS DEL CLIENTE Nombre: _____ Dirección: _____ Ruc: _____ Teléfono: _____	
Cantidad de Muestras: _____ Fecha de muestreo: <i>22/04/2017</i>		PARAMETROS DE ENSAYO EN LABORATORIO Tipo de Recipiente: _____ Factores Químicos: _____ Métodos de Ensayo: _____ Referencias: _____	
PARAMETROS DE CAMPO pH O ₂ Conductividad Temperatura		Observaciones: _____	
ENTREGA DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO Nombre: _____ Firma: _____ Hora: _____		RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO Nombre: _____ Firma: _____ Fecha: _____ Volumen: _____ Presión: _____ Conservación: _____ Recipientes: _____ Códigos: _____ Tiempo: _____	

Fuente: Elaboración propia, 2017.

B. Revisión del equipo de muestreo en campo

La obtención de muestras representativas comúnmente requiere de muchas provisiones antes de salir a campo; por lo tanto, se recomienda recabar el material y equipo de muestreo de acuerdo a una lista de verificación cuyo contenido variará dependiendo de las condiciones particulares del lugar en que se llevará a cabo cada muestreo.

Figura 13: Equipo de muestreo en campo.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

C. Colecta de muestras de agua superficial

Las muestras de agua serán tomadas en los puntos establecidos, utilizando los equipos y materiales. Las estaciones de monitoreo donde se realizará el muestreo son:

- Captación “Tres Chorros” (CTC).
- Reservorio 1 (R-1).
- Reservorio 2 (R-2).
- Jr. Alfonso Ugarte N° 230 – “Panificadora La Norteña” (CAF).

Figura 14: Estaciones de monitoreo del distrito de Bambamarca.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

D. Rotulado de muestras y uso del GPS

El rotulado de las muestras se realizarán especificando la hora, fecha, código de la muestra, el tipo de preservante químico agregado, de acuerdo al tipo de análisis a realizarse.

Figura 15: Rotulado de muestras y uso del GPS.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

E. Muestreo y preservación de las muestras

El muestreo y preservación de la muestra se realizará por medio de envases limpios de muestreo y los preservantes adecuados.

Figura 16: Muestreo y preservación de muestras.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

F. Transporte, empaquetado y envío de las muestras al laboratorio

Los conservadores deben ser lo suficientemente grandes para almacenar envases de plástico, materiales de empaque y hielo.

Figura 17: Empaquetado, transporte y envío de las muestras al laboratorio.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

G. Selección del laboratorio acreditado

El laboratorio debe ameritar ser acreditado y de los parámetros a muestrear cumpliendo lo siguiente: descripción del diagrama de flujo (desde recepción de muestras), resumen de los métodos de análisis a emplearse, metodología de muestreo y cadena de custodia de las muestras.

Figura 18: Laboratorio Regional del Agua – Cajamarca.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

H. Análisis de datos de las muestras obtenidas

Una vez obtenido la información total de las muestras, se estudiarán cada uno de los parámetros a evaluar y se realizará un análisis estadístico mediante el programa Microsoft Excel 2016, también se utilizará dicho programa para hallar los gráficos de cada variable fisicoquímica o microbiológica; por último, se comparará los valores del Decreto Supremo N° 004-2017 MINAM (El Peruano, 2017) con los resultados obtenidos de las muestras fisicoquímicas y microbiológicas del agua durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

Con relación al área de estudio, la calidad del agua para consumo humano presente en el distrito de Bambamarca en el período agosto – octubre del 2017 se muestran los siguientes resultados fisicoquímicos y microbiológicos.

Tabla 04: Valores de los parámetros de la calidad del agua en las cuatro estaciones de monitoreo correspondiente al mes de agosto en el distrito de Bambamarca – 2017.

Fecha: 24/08/2017		Puntos de Monitoreo			
PARÁMETROS	UNIDAD	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:
		08:45 a.m.	09:34 a.m.	10:41 a.m.	11:09 a.m.
		CTC	R-2	R-1	CAF
Conductividad Eléctrica (CE)	($\mu S/cm$)	507	510	522	510
Oxígeno Disuelto (OD)	(mg/L)	5.70	6.29	5.99	6.20
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	8.01	8.08	8.24	8.23
Sólidos Totales Disueltos (SDT)	(mg/L)	289	286	280	286
Temperatura (T)	($^{\circ}C$)	17.6	19.3	20.7	18.3
Turbidez	(NTU)	0.69	1.20	2.71	0.70
Dureza Total	(mg/L)	292.4	308.9	294.7	299.2
Cloro Libre Residual	(mg Cl_2/L)	<0.5	<0.5	1.24	1.05
Aluminio (Al)	(mg/L)	0.026	0.030	0.031	<0.022
Boro (B)	(mg/L)	0.094	0.079	0.078	0.093
Bario (Ba)	(mg/L)	0.030	0.031	0.030	0.030
Berilio (Be)	(mg/L)	<0.002	<0.002	0.003	<0.002
Calcio (Ca)	(mg/L)	103.100	108.200	103.000	104.200
Potasio (K)	(mg/L)	0.948	1.110	0.965	0.951
Litio (Li)	(mg/L)	0.005	0.005	0.005	0.005
Magnesio (Mg)	(mg/L)	7.477	7.821	7.489	7.471
Manganeso (Mn)	(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sodio (Na)	(mg/L)	2.083	2.196	2.156	2.137
Fósforo (P)	(mg/L)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Azufre (S)	(mg/L)	43.390	43.970	43.040	45.580
Silicio (Si)	(mg/L)	6.090	6.401	6.160	6.173
Estroncio (Sr)	(mg/L)	0.540	0.565	0.543	0.542
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	58.0	<1.1	<1.1	<1.1
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	13.0	<1.1	<1.1	<1.1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 05: Valores de los parámetros de la calidad del agua en las cuatro estaciones de monitoreo correspondiente al mes de setiembre en el distrito de Bambamarca – 2017.

Fecha: 22/09/2017		Puntos de Monitoreo			
PARÁMETROS	UNIDAD	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:
		09:15 a.m.	09:51 a.m.	10:18 a.m.	11:32 a.m.
		CTC	R-2	R-1	CAF
Conductividad Eléctrica (CE)	($\mu\text{S/cm}$)	555	563	567	570
Oxígeno Disuelto (OD)	(mg/L)	5.71	6.44	6.17	6.10
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	8.05	8.05	7.98	7.97
Sólidos Totales Disueltos (SDT)	(mg/L)	318	318	316	316
Temperatura (T)	($^{\circ}\text{C}$)	17.4	18.1	18.6	20.2
Turbidez	(NTU)	0.97	1.85	1.29	1.02
Dureza Total	(mg/L)	338.7	308.6	327.1	341.5
Cloro Libre Residual	(mg Cl_2/L)	<0.5	1.70	1.20	1.30
Aluminio (Al)	(mg/L)	0.033	<0.022	0.035	0.037
Boro (B)	(mg/L)	0.023	0.039	0.021	0.021
Bario (Ba)	(mg/L)	0.039	0.031	0.038	0.040
Berilio (Be)	(mg/L)	0.003	<0.002	<0.002	<0.002
Calcio (Ca)	(mg/L)	118.500	105.000	115.700	119.100
Potasio (K)	(mg/L)	1.061	0.928	1.015	1.062
Litio (Li)	(mg/L)	0.005	0.005	0.005	0.005
Magnesio (Mg)	(mg/L)	8.944	7.845	8.520	8.815
Manganeso (Mn)	(mg/L)	0.004	<0.002	0.004	<0.002
Sodio (Na)	(mg/L)	3.086	2.804	3.064	3.161
Fósforo (P)	(mg/L)	<0.020	<0.020	<0.020	<0.020
Azufre (S)	(mg/L)	43.540	45.320	43.620	45.820
Silicio (Si)	(mg/L)	4.257	3.822	4.064	4.223
Estroncio (Sr)	(mg/L)	0.657	0.577	0.639	0.657
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	4.0	<1.1	<1.1	<1.1
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	2.0	<1.1	<1.1	<1.1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 06: Valores de los parámetros de la calidad del agua en las cuatro estaciones de monitoreo correspondiente al mes de octubre en el distrito de Bambamarca – 2017.

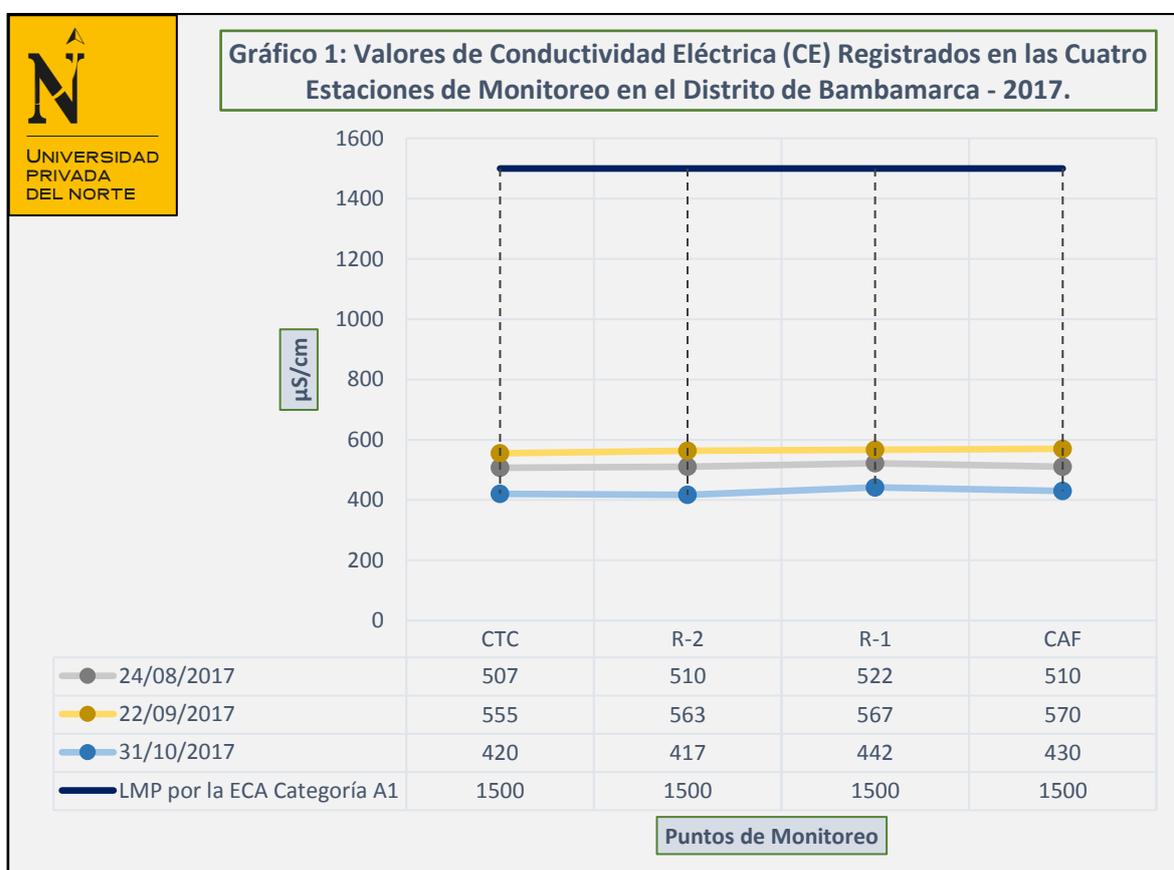
Fecha: 31/10/2017		Puntos de Monitoreo			
PARÁMETROS	UNIDAD	HORA:	HORA:	HORA:	HORA:
		09:25 a.m.	10:16 a.m.	10:50 a.m.	11:24 a.m.
		CTC	R-2	R-1	CAF
Conductividad Eléctrica (CE)	($\mu S/cm$)	420	417	442	430
Oxígeno Disuelto (OD)	(mg/L)	6.04	6.58	5.97	6.20
Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	7.38	7.50	7.38	7.22
Sólidos Totales Disueltos (SDT)	(mg/L)	238	233	233	237
Temperatura (T)	($^{\circ}C$)	17.6	18.3	22.1	20.3
Turbidez	(NTU)	1.08	1.01	1.86	1.77
Dureza Total	(mg/L)	214.0	218.0	217.0	212.0
Cloro Libre Residual	(mg Cl_2/L)	<0.5	<0.5	1.29	1.24
Aluminio (Al)	(mg/L)	0.030	0.036	0.035	0.039
Boro (B)	(mg/L)	<0.021	<0.021	<0.021	<0.021
Bario (Ba)	(mg/L)	0.019	0.020	0.019	0.019
Berilio (Be)	(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Calcio (Ca)	(mg/L)	73.260	76.220	74.200	71.990
Potasio (K)	(mg/L)	0.624	0.657	0.640	0.619
Litio (Li)	(mg/L)	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Magnesio (Mg)	(mg/L)	5.616	5.843	5.681	5.512
Manganeso (Mn)	(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Sodio (Na)	(mg/L)	1.283	1.350	1.375	1.338
Fósforo (P)	(mg/L)	0.023	0.027	<0.020	0.021
Azufre (S)	(mg/L)	18.010	17.940	17.840	17.730
Silicio (Si)	(mg/L)	3.152	3.276	3.203	3.078
Estroncio (Sr)	(mg/L)	0.373	0.390	0.379	0.367
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	17.0	23.0	<1.1	<1.1
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	11.0	16.0	<1.1	<1.1

Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 07: Valores de Conductividad Eléctrica (CE) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Conductividad Eléctrica (CE)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	507	555	420	1500
R-2	510	563	417	
R-1	522	567	442	
CAF	510	570	430	
PROMEDIO				501.08

Fuente: Elaboración propia, 2017.

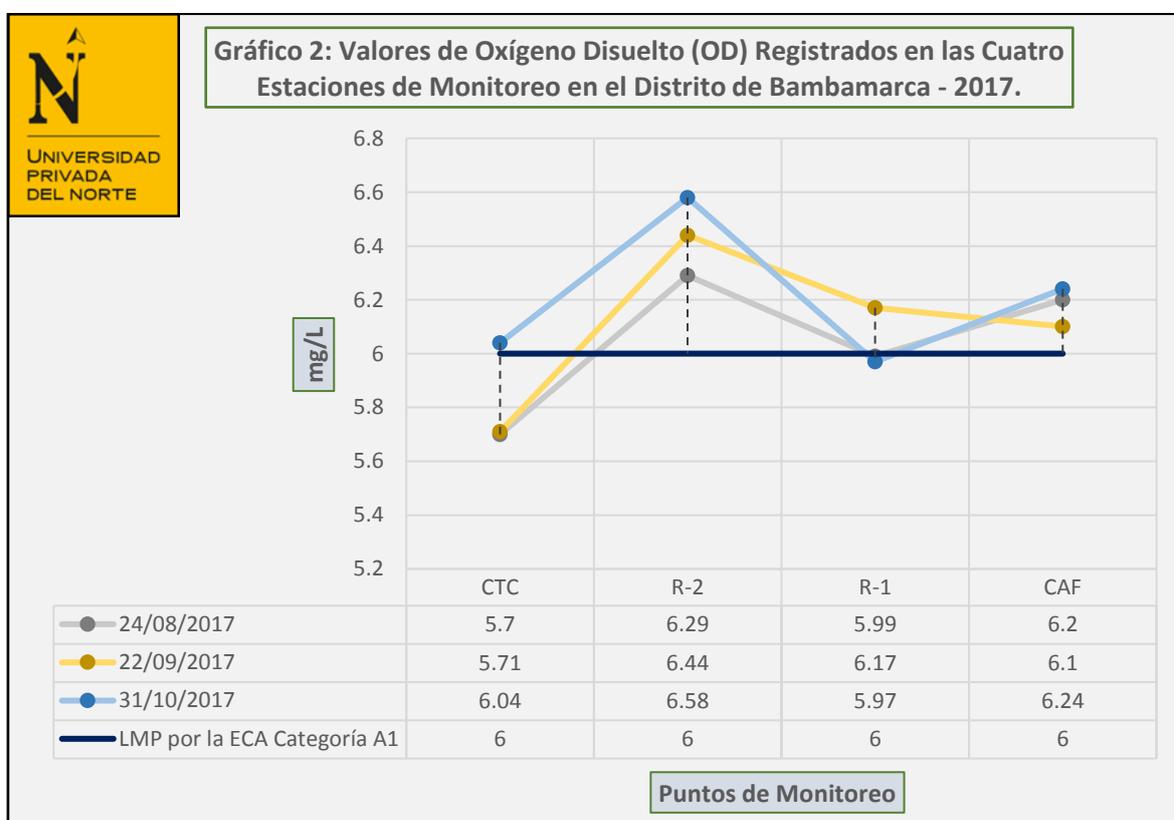


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 08: Valores de Oxígeno Disuelto (OD) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Oxígeno Disuelto (OD)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	5.70	5.71	6.04	≥6
R-2	6.29	6.44	6.58	
R-1	5.99	6.17	5.97	
CAF	6.20	6.10	6.24	
PROMEDIO				6.12

Fuente: Elaboración propia, 2017.

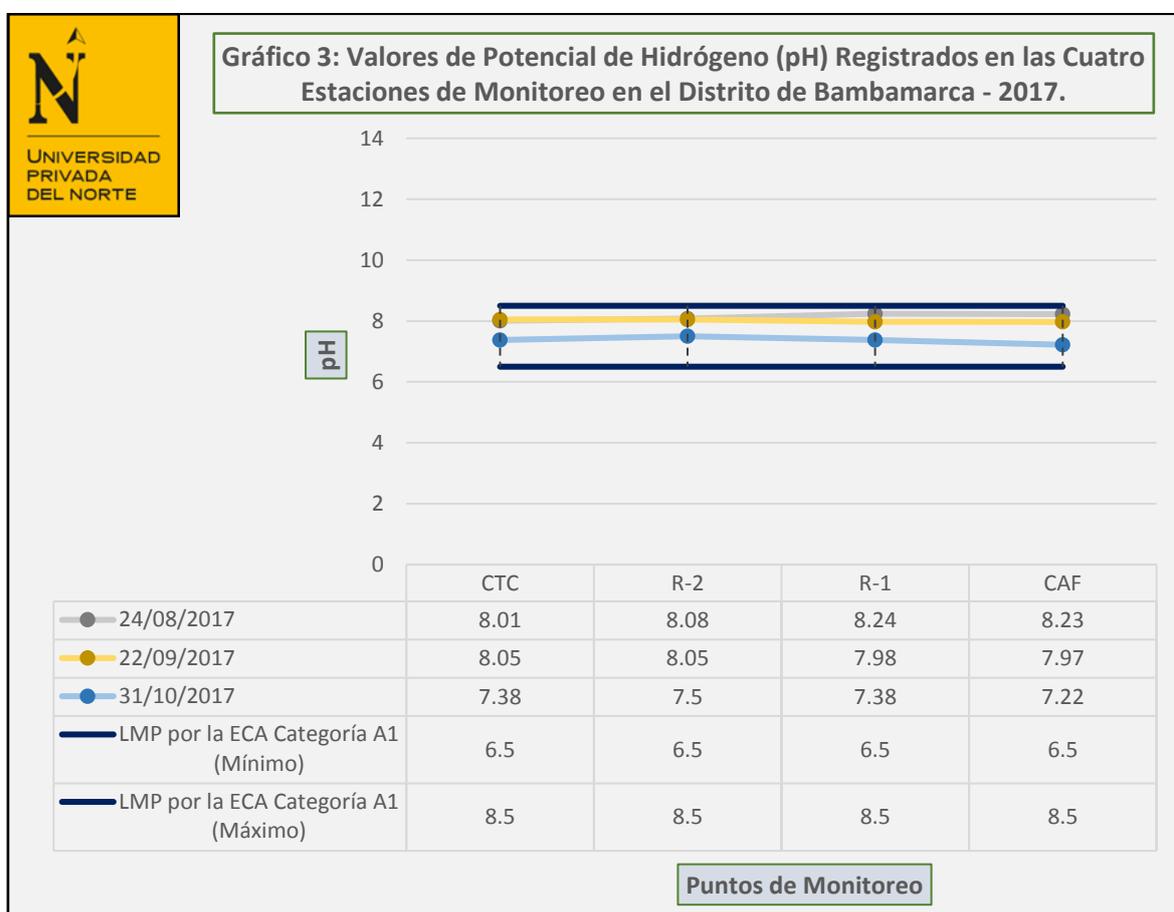


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 09: Valores de Potencial de Hidrógeno (pH) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Potencial de Hidrógeno (pH)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	8.01	8.05	7.38	6.5 – 8.5
R-2	8.08	8.05	7.50	
R-1	8.24	7.98	7.38	
CAF	8.23	7.97	7.22	
PROMEDIO				7.84

Fuente: Elaboración propia, 2017.

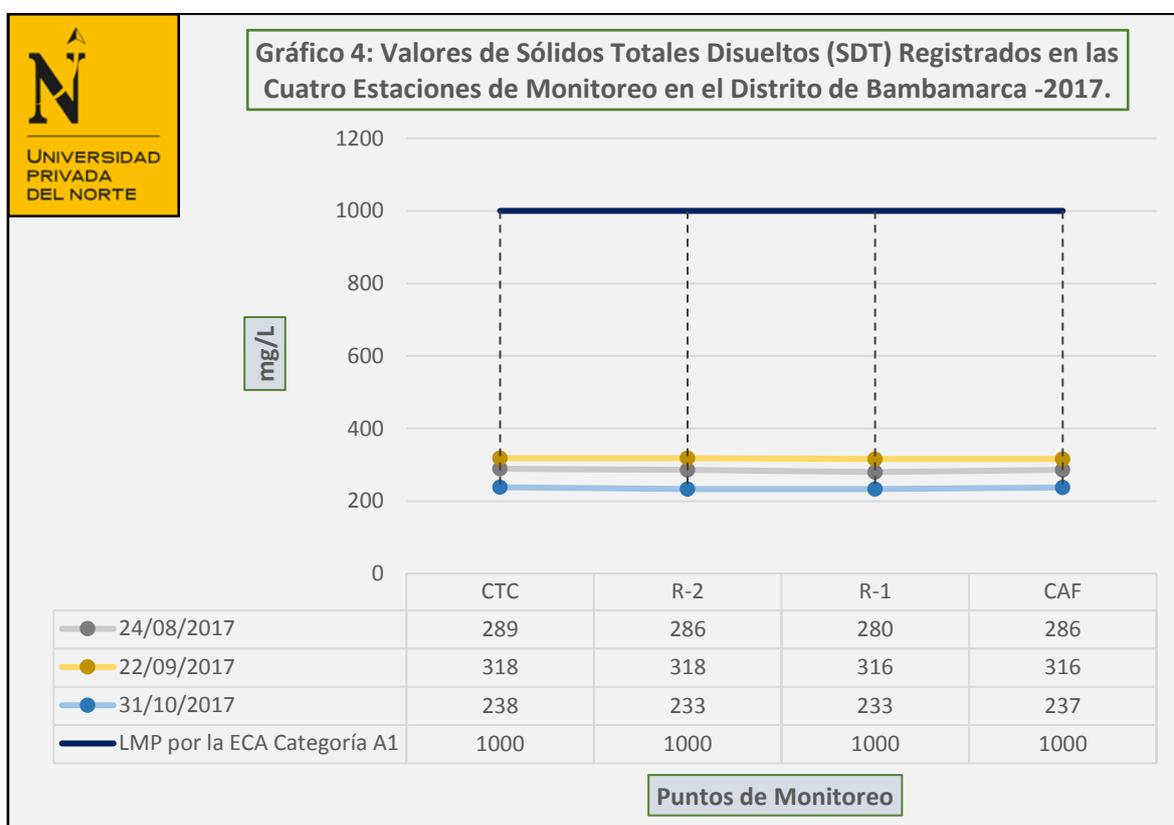


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 10: Valores de Sólidos Totales Disueltos (SDT) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Sólidos Totales Disueltos (SDT)				
	UNIDAD			(mg/L)
Puntos de Monitoreo	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	ECA Categoría A1
CTC	289	318	238	1000
R-2	286	318	233	
R-1	280	316	233	
CAF	286	316	237	
PROMEDIO				279.17

Fuente: Elaboración propia, 2017.

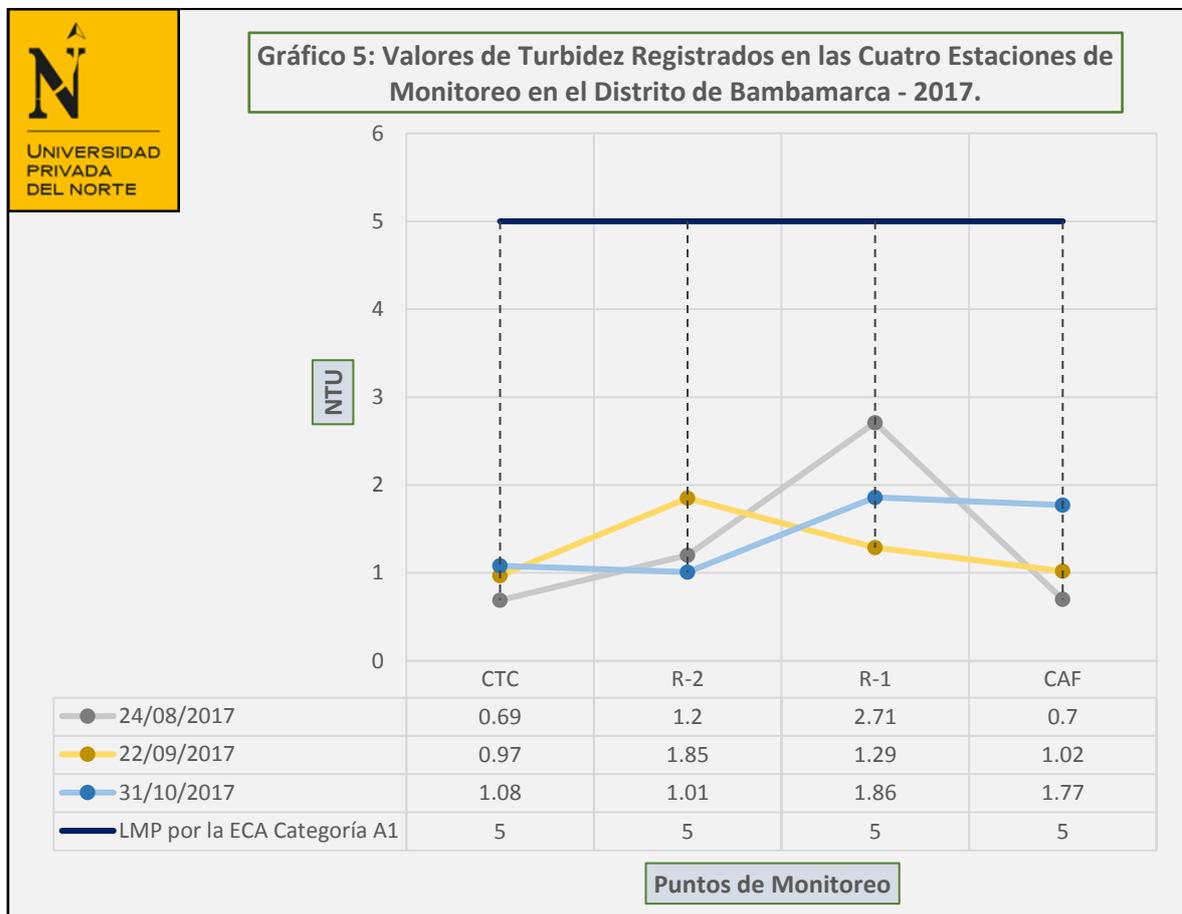


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 11: Valores de Turbidez registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Turbidez				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			(NTU)
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	ECA Categoría A1
CTC	0.69	0.97	1.08	5
R-2	1.20	1.85	1.01	
R-1	2.71	1.29	1.86	
CAF	0.70	1.02	1.77	
PROMEDIO				1.35

Fuente: Elaboración propia, 2017.

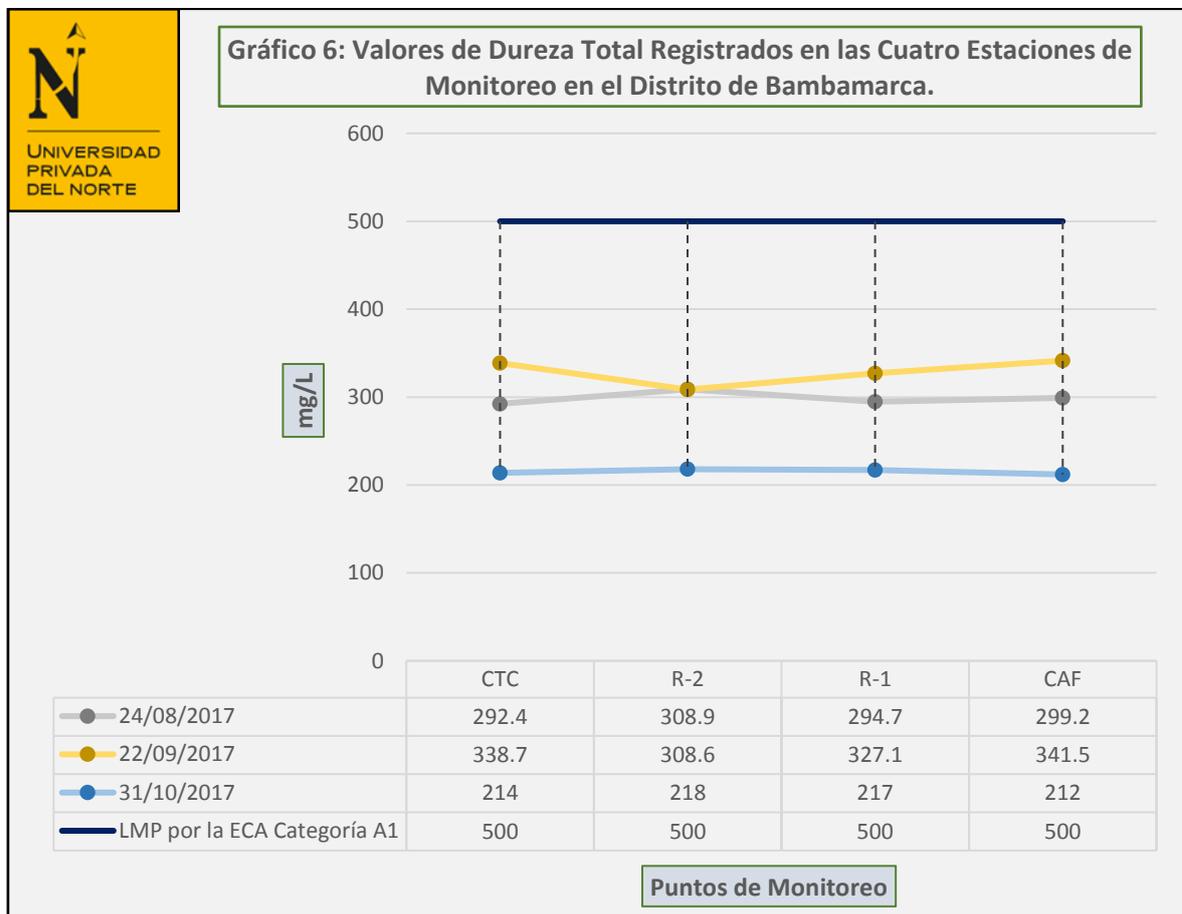


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 12: Valores de Dureza Total registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Dureza Total				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	292.4	338.7	214.0	500
R-2	308.9	308.6	218.0	
R-1	294.7	327.1	217.0	
CAF	299.2	341.5	212.0	
PROMEDIO				281.01

Fuente: Elaboración propia, 2017.

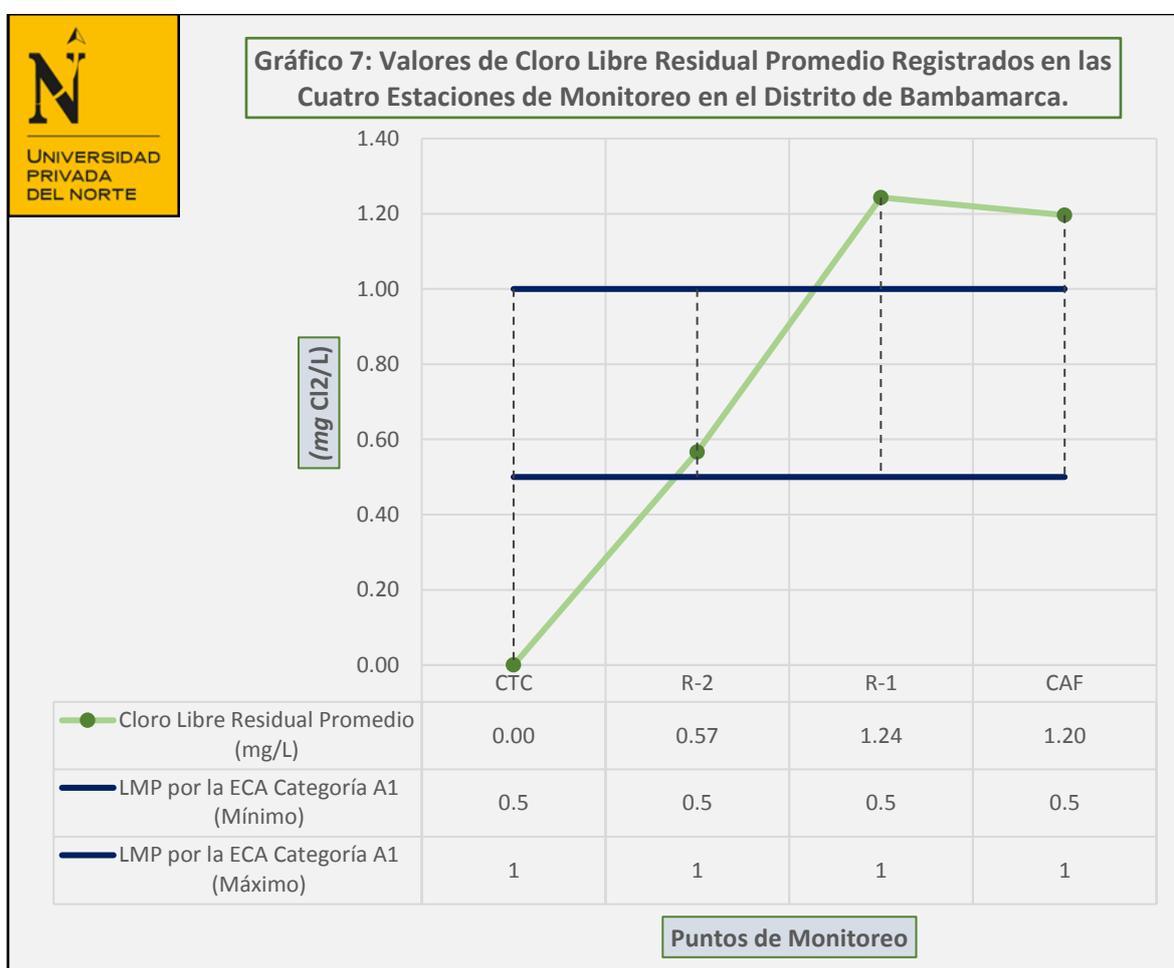


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 13: Valores de Cloro Libre Residual registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Cloro Libre Residual				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	<0.5	<0.5	<0.5	0.5 – 1.0
R-2	<0.5	1.7	<0.5	
R-1	1.24	1.20	1.29	
CAF	1.05	1.30	1.24	
PROMEDIO				0.75

Fuente: Elaboración propia, 2017.

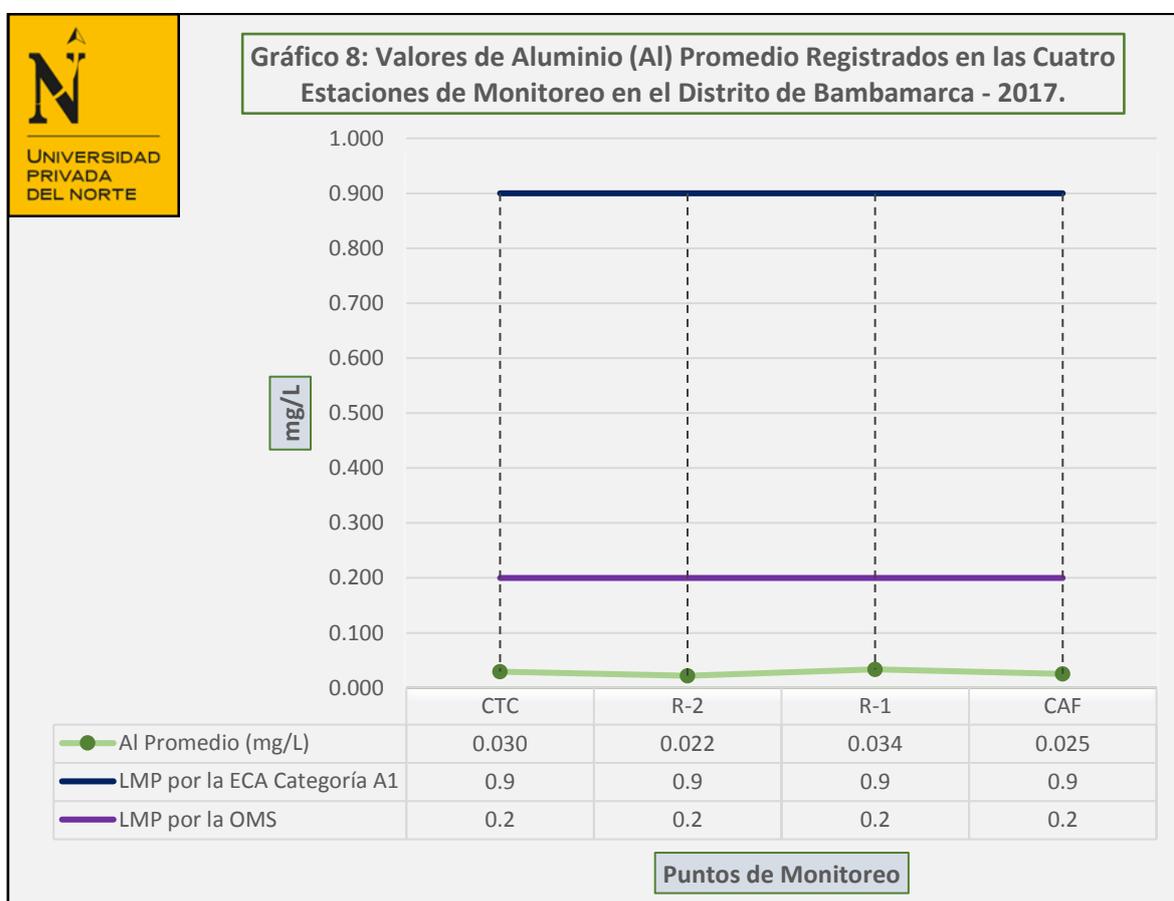


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 14: Valores de Aluminio (Al) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Aluminio (Al)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	0.026	0.033	0.030	0.9
R-2	0.030	<0.022	0.036	
R-1	0.031	0.035	0.035	
CAF	<0.022	0.037	0.039	
PROMEDIO				0.028

Fuente: Elaboración propia, 2017.

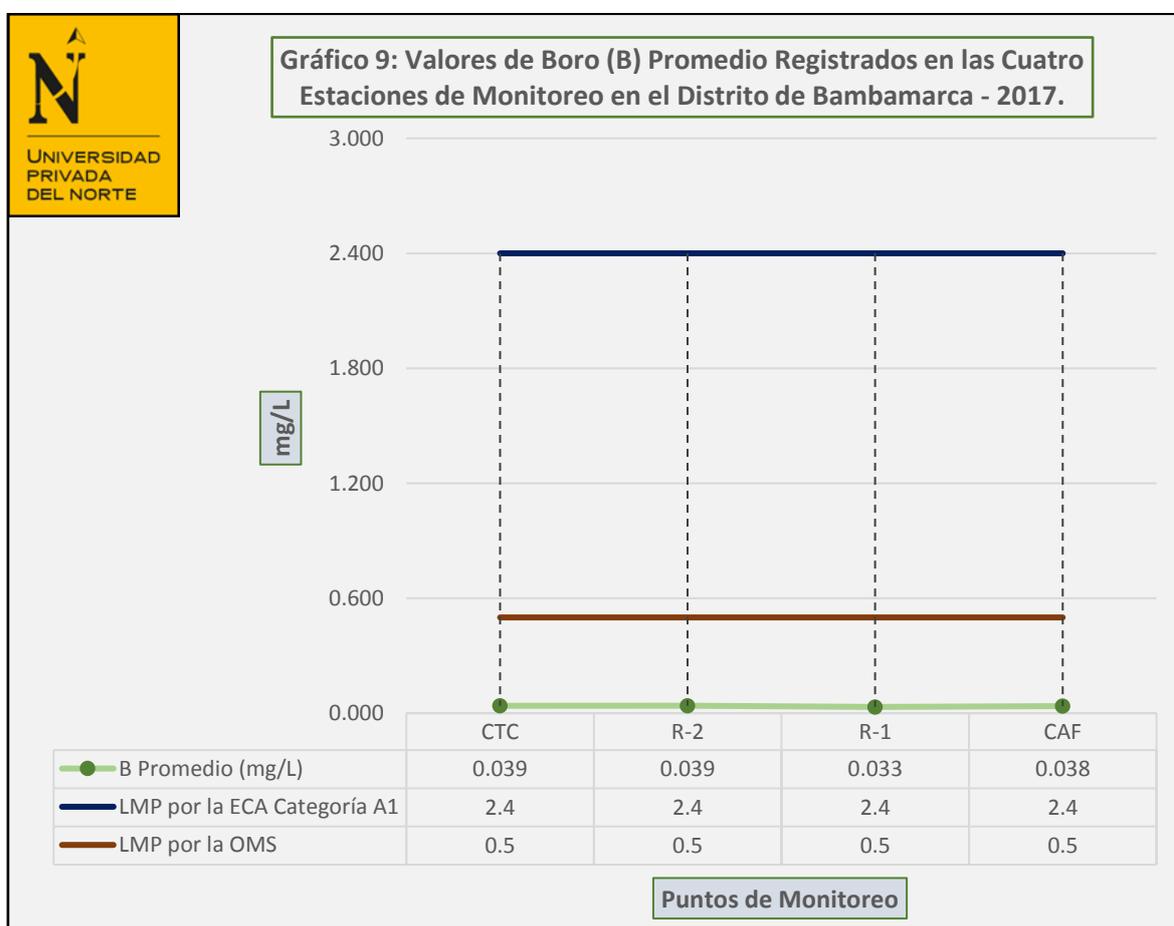


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 15: Valores de Boro (B) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Boro (B)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	0.094	0.023	<0.021	2.4
R-2	0.079	0.039	<0.021	
R-1	0.078	0.021	<0.021	
CAF	0.093	0.021	<0.021	
PROMEDIO				0.037

Fuente: Elaboración propia, 2017.

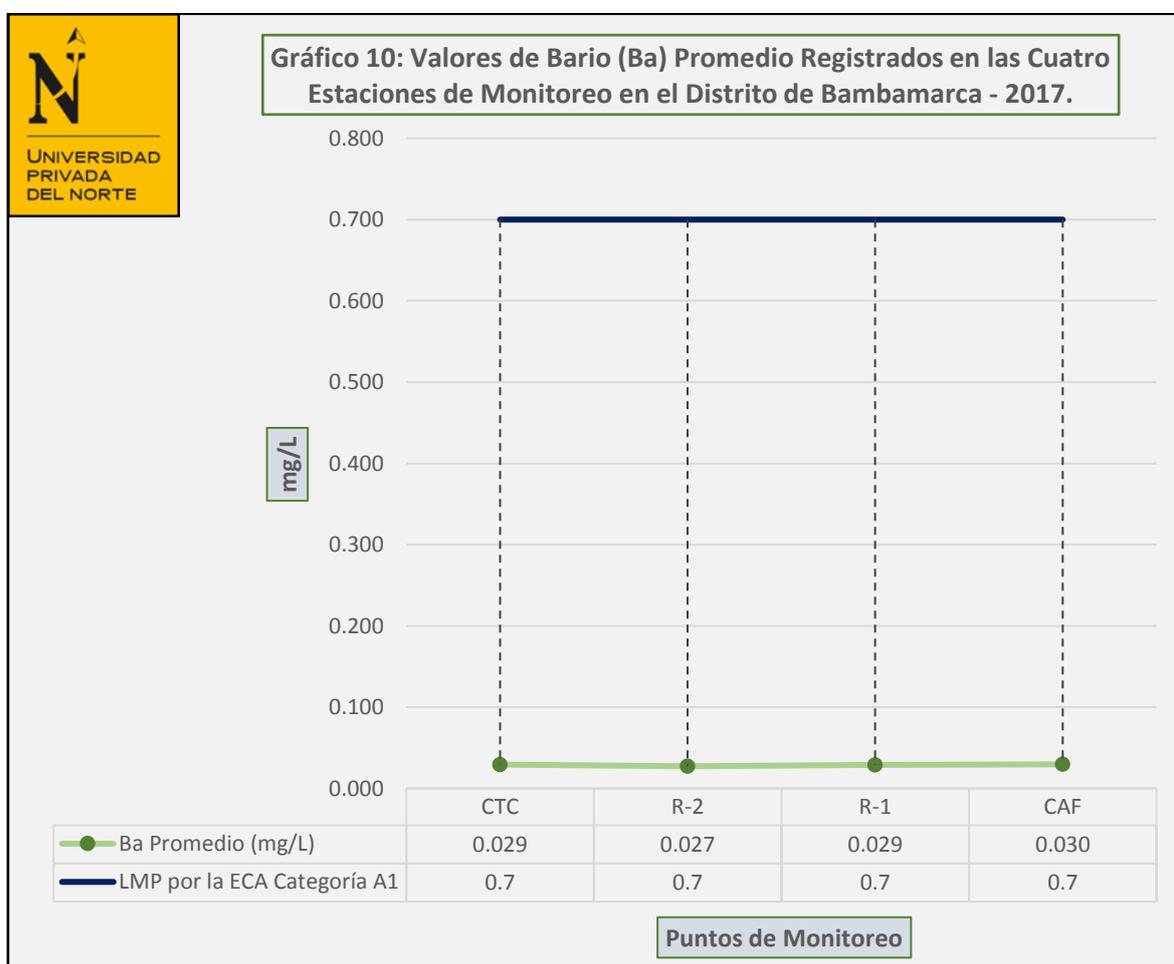


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 16: Valores de Bario (Ba) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Bario (Ba)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	0.030	0.039	0.019	0.7
R-2	0.031	0.031	0.020	
R-1	0.030	0.038	0.019	
CAF	0.030	0.040	0.019	
PROMEDIO				0.029

Fuente: Elaboración propia, 2017.

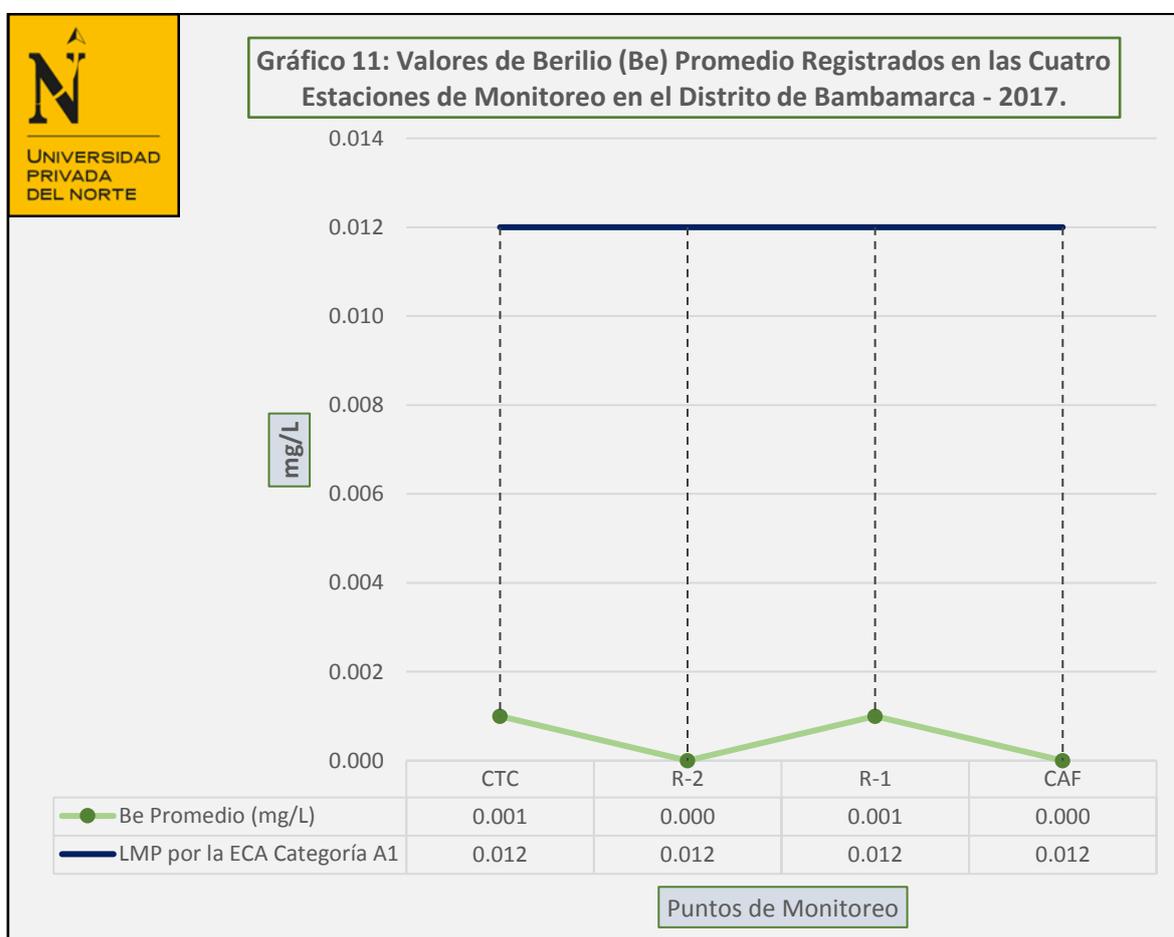


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 17: Valores de Berilio (Be) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Berilio (Be)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			(mg/L)
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	ECA Categoría A1
CTC	<0.002	0.003	<0.002	0.012
R-2	<0.002	<0.002	<0.002	
R-1	0.003	<0.002	<0.002	
CAF	<0.002	<0.002	<0.002	
PROMEDIO				0.001

Fuente: Elaboración propia, 2017.

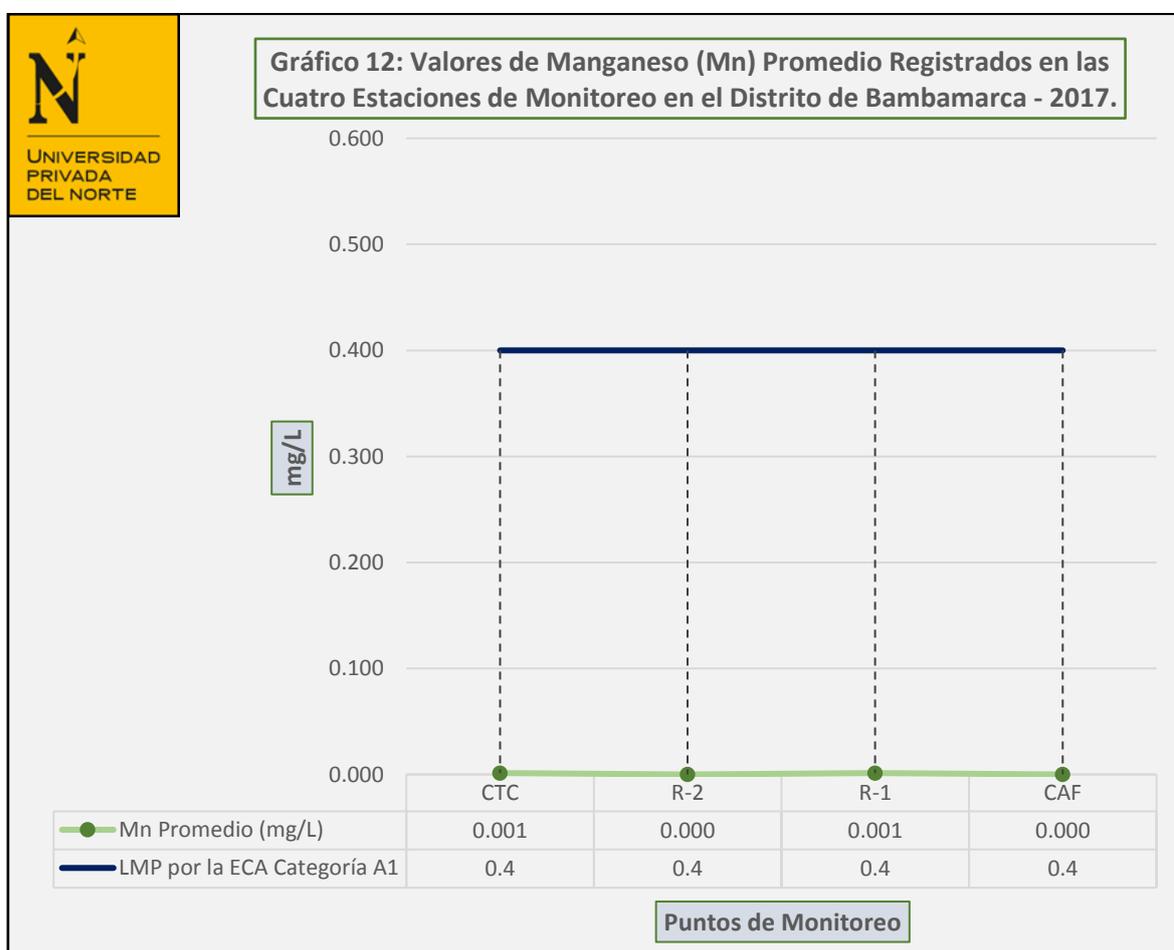


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 18: Valores de Manganeso (Mn) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Manganeso (Mn)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	<0.002	0.004	<0.002	0.4
R-2	<0.002	<0.002	<0.002	
R-1	<0.002	0.004	<0.002	
CAF	<0.002	<0.002	<0.002	
PROMEDIO				0.001

Fuente: Elaboración propia, 2017.

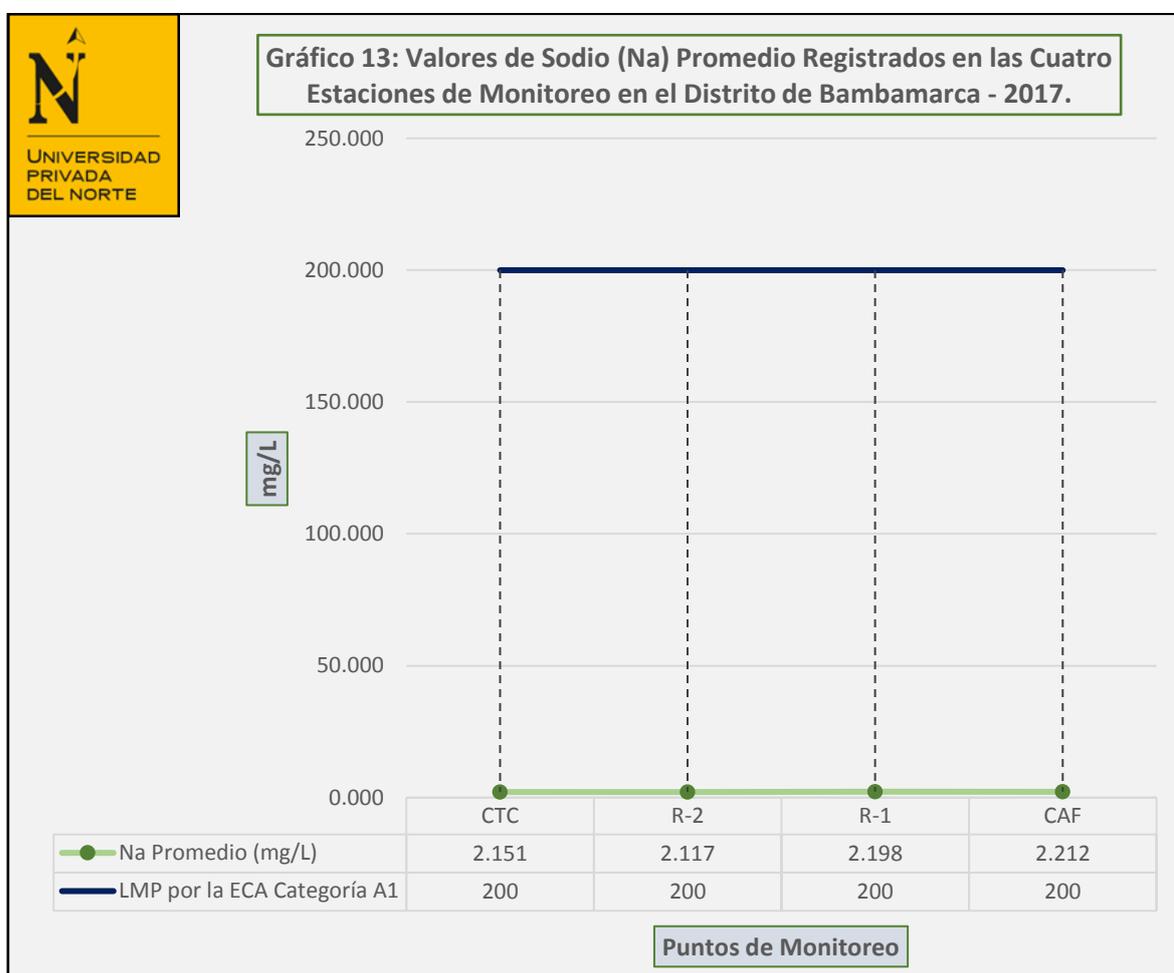


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 19: Valores de Sodio (Na) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Sodio (Na)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	2.1	3.1	1.3	200
R-2	2.2	2.8	1.4	
R-1	2.2	3.1	1.4	
CAF	2.1	3.2	1.3	
PROMEDIO				2.2

Fuente: Elaboración propia, 2017.

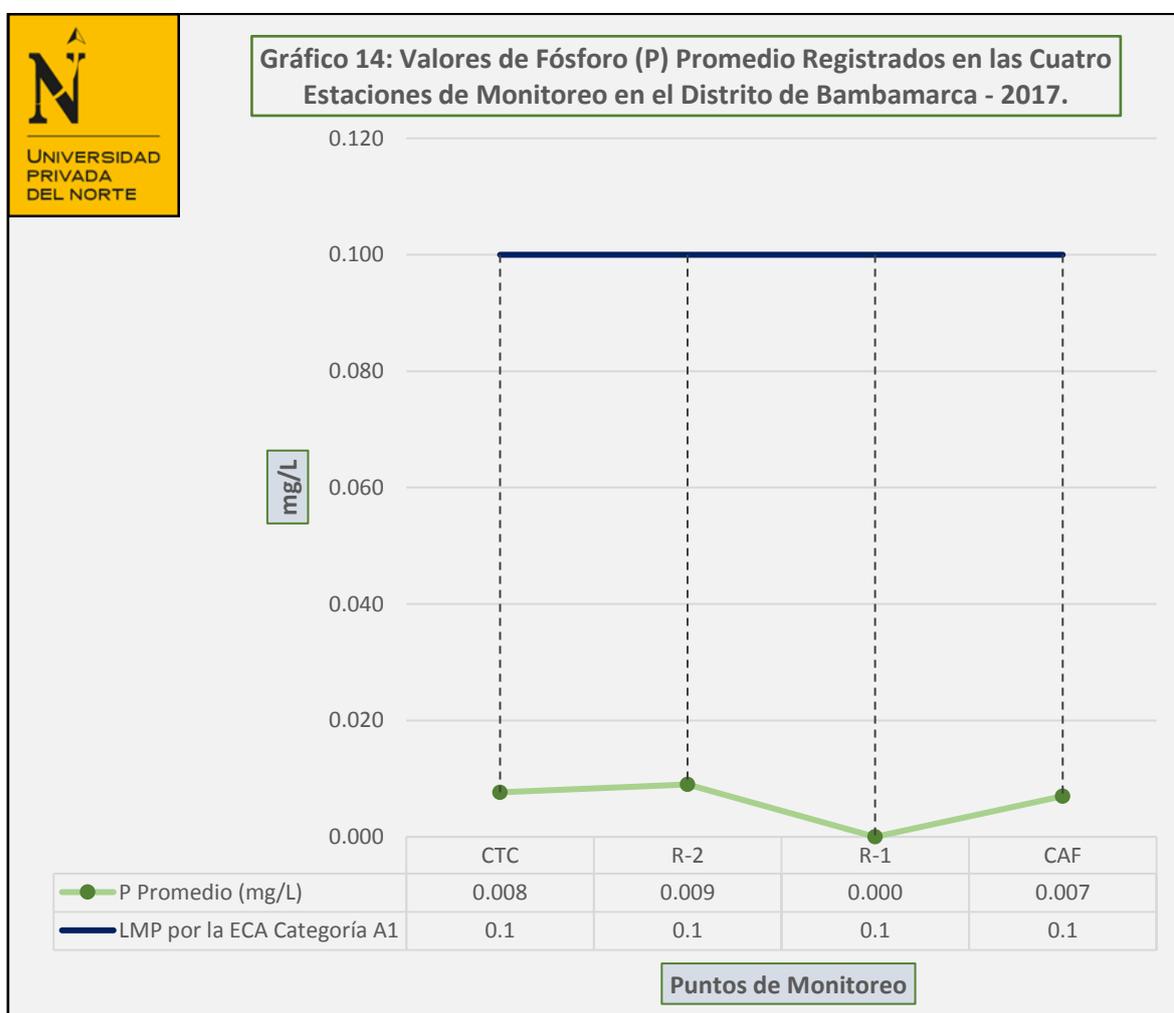


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 20: Valores de Fósforo (P) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Fósforo (P)				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	<0.020	<0.020	0.023	0.1
R-2	<0.020	<0.020	0.027	
R-1	<0.020	<0.020	<0.020	
CAF	<0.020	<0.020	0.021	
PROMEDIO				0.01

Fuente: Elaboración propia, 2017.

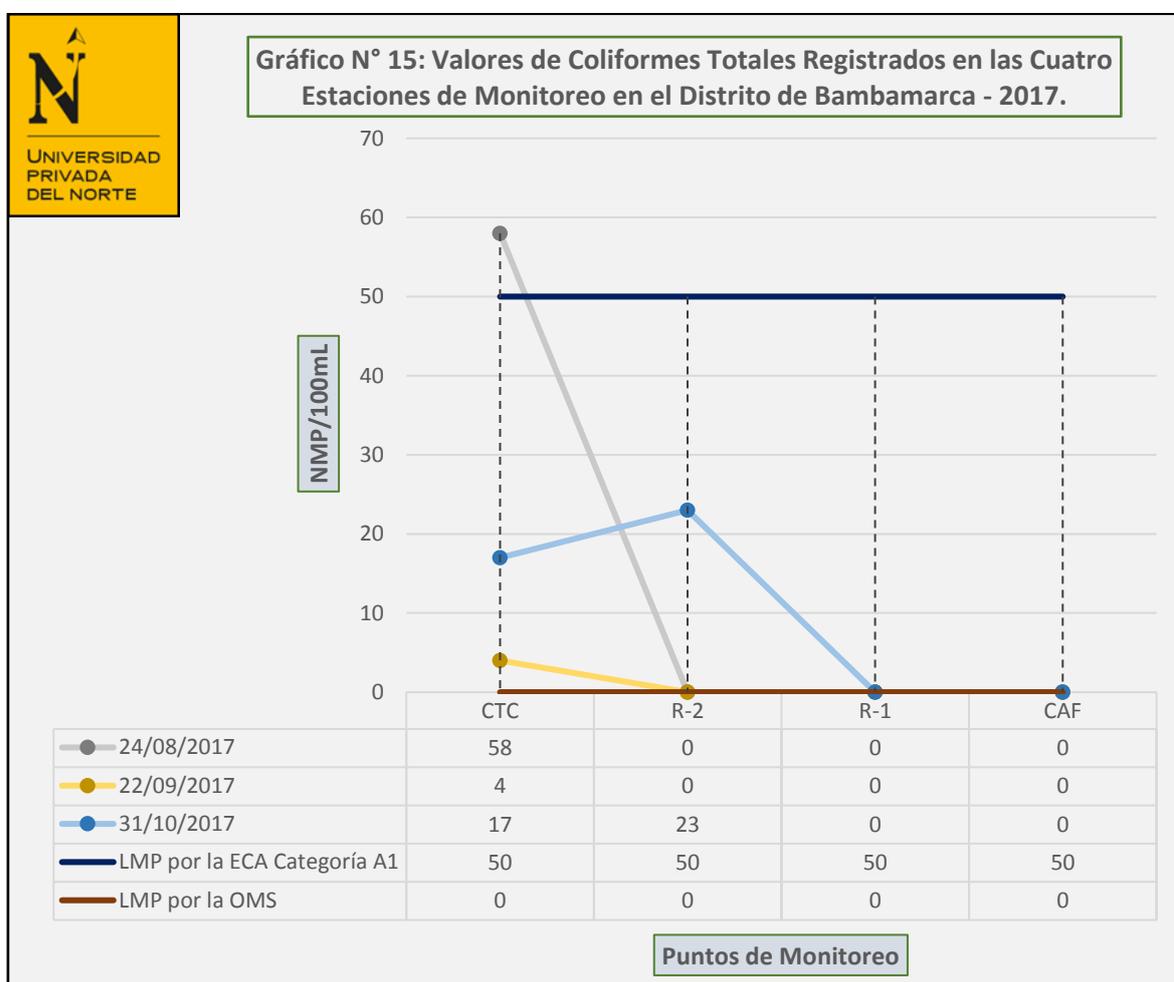


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 21: Valores de Coliformes Totales registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Coliformes Totales				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	58.0	4.0	17.0	50
R-2	<1.1	<1.1	23.0	
R-1	<1.1	<1.1	<1.1	
CAF	<1.1	<1.1	<1.1	
PROMEDIO				8.50

Fuente: Elaboración propia, 2017.

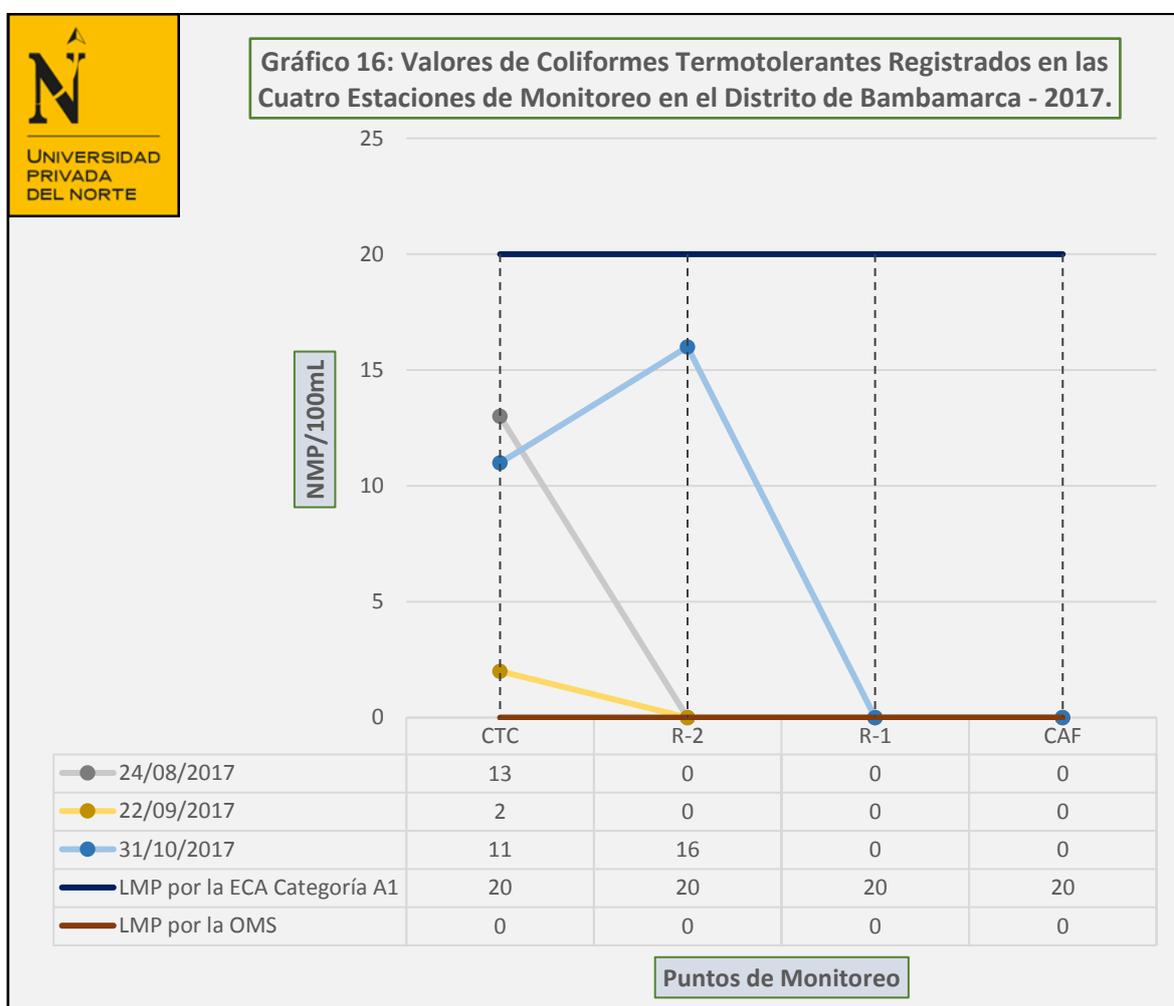


Fuente: Elaboración propia, 2017.

Tabla 22: Valores de Coliformes Termotolerantes o Fecales registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, durante los meses de agosto – octubre del año 2017.

Coliformes Termotolerantes o Fecales				
Puntos de Monitoreo	UNIDAD			ECA Categoría A1
	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	
CTC	13.0	2.0	11.0	20
R-2	<1.1	<1.1	16.0	
R-1	<1.1	<1.1	<1.1	
CAF	<1.1	<1.1	<1.1	
PROMEDIO				3.50

Fuente: Elaboración propia, 2017.



Fuente: Elaboración propia, 2017.

CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN

A continuación, se muestra el resumen general de cada uno de los resultados obtenidos:

En el Gráfico 1, se muestran los valores de Conductividad Eléctrica (CE) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores están entre 420 a 555 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el R-2, los valores están entre 417 a 563 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en el R-1, los valores están entre 442 a 567 $\mu\text{S}/\text{cm}$; mientras que para la CAF se registran valores entre 430 a 570 $\mu\text{S}/\text{cm}$ durante el período Agosto – Octubre del año 2017. Se puede observar que para el mes de setiembre se registra la mayor concentración de sales disueltas en los cuatro puntos de monitoreo, mientras que para los meses de agosto y octubre se registran menores concentraciones. Por lo tanto, el agua evaluada en los cuatro puntos de monitoreo presenta contenidos de sales disueltas o inorgánicas siendo un buen indicador de la conductividad del agua en la zona de estudio. Según la (Dirección General de Salud Ambiental, 2010) menciona que la conductividad del agua es la capacidad que tienen las sales para conducir corriente eléctrica. Asimismo, dichos resultados obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles de la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N°004-2017-MINAM).

En el Gráfico 2 se muestran los valores de Oxígeno Disuelto (OD) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores oscilan entre 5.70 a 6.04 mg/L , en el R-2, los valores están entre 6.29 a 6.58 mg/L , en el R-1, los valores están entre 5.97 a 6.17 mg/L ; mientras que para la CAF se registran valores entre 6.10 a 6.24 mg/L durante el período Agosto – Octubre del año 2017. Se puede observar que en el R-2 existe valores altos de oxígeno disuelto en los tres meses de monitoreo, mientras que para la CTC se registró valores bajos de oxígeno disuelto para los meses de agosto y setiembre y en el R-1 se registró valores bajos para los meses de agosto y octubre. Por lo tanto, la calidad del agua evaluada en el punto de la CTC y el R-2 presentaron concentraciones bajas de oxígeno disuelto para algunos meses, la cual conlleva al incremento de microorganismos propias de un agua natural, mientras que en los otros puntos de monitoreo la concentración de oxígeno disuelto se incrementa, debido a que el agua se somete a procesos químicos o biológicos. Según (Sánchez, 2008) los niveles de oxígeno disuelto son bajos en aguas tibias que se mueven despacio. Asimismo, los resultados obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles de la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N°004-2017-MINAM).

En el Gráfico 3 se muestran los valores de Potencial de Hidrógeno (pH) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores están entre 7.38 a 8.05, en el R-2, los valores están entre 7.50 a 8.08, en el R-1, los valores están entre 7.38 a 8.24; mientras que para la CAF se registran valores entre 7.22 a 8.23 durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que para el mes de octubre se registra valores bajos de pH, mientras que para los meses de agosto y setiembre se registran valores altos de pH, correspondientes a la época de estiaje, debiéndose a la variabilidad del régimen de lluvias. Por ello, la calidad del agua registrada en las cuatro estaciones es muy fluctuante debido probablemente al incremento del cloro libre residual como parte del sistema de tratamiento. Según la (OMS, 2008), el pH es uno de los parámetros operativos más importantes de la calidad del agua, ya que a determinados procesos químicos ocurren a un determinado pH. Sin embargo, los resultados obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles de la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 4 se muestran los valores de Sólidos Totales Disueltos (SDT) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores están entre 238 a 318 *mg/L*, en el R-2, los valores están entre 233 a 318 *mg/L*, en el R-1, los valores están entre 233 a 316 *mg/L*; mientras que para la CAF se registran valores entre 237 a 316 *mg/L* durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que para el mes de octubre se registran menores concentraciones de sólidos totales disueltos y para los meses de agosto y setiembre se registran concentraciones altas. Por lo tanto, la calidad del agua registrada en las cuatro estaciones de monitoreo, indican que los valores mantienen una leve relación con la presencia de materia orgánica tanto disuelta como suspendida en el lugar de estudio. Por su parte (Chavez de Allain, 2012) menciona que la presencia de los sólidos totales disueltos produce la turbidez del agua incluyendo los diferentes tipos de sólidos presentes en el agua y que varían de acuerdo a su diámetro. Asimismo, los resultados obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 5 se muestran los valores de Turbidez registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores están entre 0.69 a 1.08 *NTU*, en el R-2, los valores están entre 1.01 a 1.85 *NTU*, en el R-1 los valores están entre 1.29 a 2.71 *NTU*; mientras que para la CAF se registra valores entre 0.70 a 1.77 *NTU* durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en el R-1 para el mes de agosto el valor registrado es alto en comparación a los otros puntos de monitoreo registrados en los tres meses. Por lo tanto, la calidad del agua evaluada en las cuatro estaciones de monitoreo no presenta problemas de un agua turbia que puedan causar efectos en la salud. Sin embargo, la (OMS, 2008) indica que la turbiedad del agua puede presentar problemas en el proceso de tratamiento, pero en este caso los valores obtenidos indican que la turbiedad es baja mostrándose un agua segura para los consumidores. Asimismo, los valores obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 6 se muestran los valores de Dureza Total registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores están entre 214.0 a 338.7 *mg/L*, en el R-2, los valores están entre 218.0 a 308.9 *mg/L*, en el R-1, los valores están entre 217.0 a 327.1 *mg/L*; mientras que para la CAF se registra valores entre 212.0 a 341.5 *mg/L* durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que para el mes de octubre se registran valores bajos de dureza total, mientras que para los otros meses se registra valores altos. Por ello, la calidad del agua registrada en las cuatro estaciones de monitoreo no presenta problemas de incrustaciones en todo el sistema de tratamiento que pudieran afectar las redes de conexión domiciliaria. Por su parte (Chavez de Allaín, 2012) indica que la dureza total es parte del proceso natural de disolución de formaciones rocosas presentes en el suelo y está determinada por la cantidad de Carbonatos, Bicarbonatos, Cloruros y Sulfatos. Además, la (OMS, 2008) menciona que la dureza total puede intervenir en la formación de incrustaciones en los equipos mecánicos, las tuberías, el sistema de distribución y las instalaciones de tratamiento cuando la temperatura es muy elevada en función al pH y la alcalinidad. Asimismo, los valores obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 7 se muestran los valores de Cloro Libre Residual promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC el valor promedio es $0 \text{ mg Cl}_2/\text{L}$, en el R-2, el valor promedio es $0.57 \text{ mg Cl}_2/\text{L}$, el R-1, el valor promedio es $1.24 \text{ mg Cl}_2/\text{L}$; mientras que para la CAF el valor promedio es $1.20 \text{ mg Cl}_2/\text{L}$ durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en los puntos de monitoreo R-2 y R-1 se realiza la cloración de los reservorios, debido a que el agua llega de la captación con gran cantidad de microorganismos patógenos perjudiciales para la salud humana. Por lo tanto, el agua evaluada en el punto CTC no se manifiestan valores por ser un agua de tipo natural y en cuanto a los otros puntos de monitoreo están dentro de los rangos establecidos por los límites máximos permisibles, por ser aguas cloradas como parte del tratamiento, ya que la normatividad establece que el cloro libre debe estar entre los rangos de 0.5 a $1.0 \text{ mg Cl}_2/\text{L}$ para agua limpia. Según (Rodríguez, M. et al., 2007) el control de la contaminación microbiológica con el uso del cloro en el tratamiento del agua se basa en desactivar los elementos patógenos del agua y prevenir nuevamente la contaminación del agua tratada durante su permanencia en la red de distribución antes del consumo, por ello la desinfección por medio del cloro permite alcanzar objetivos por su gran eficacia para destruir patógenos y por asegurar la presencia de un residuo en la red de conexión domiciliaria antes del consumo, siendo primordial que el agua potable sea desde el punto de vista microbiológico. Asimismo, los valores obtenidos están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 8 se muestran los valores de Aluminio (Al) promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC el valor promedio es 0.030 mg/L , en el R-2, el valor promedio es 0.022 mg/L , en el R-1, el valor promedio es 0.034 mg/L ; mientras que para la CAF el valor promedio es 0.025 mg/L durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en los cuatro puntos de monitoreo los valores de aluminio son constantes desde la captación hasta la red de conexión domiciliaria. Por ello, la calidad del agua evaluada en las cuatro estaciones de monitoreo no se presenta valores de aluminio que puedan causar problemas en el ser humano. Según la (OMS, 2006) menciona que el aluminio puede ser de origen natural o también utilizada como coagulante en el sistema de tratamiento. También, indica que los niveles altos de aluminio es un factor de riesgo en el ser humano por la posible aparición de la enfermedad de Alzheimer. Asimismo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 9 se muestran los valores de Boro (B) promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC el valor promedio es 0.039 mg/L , en el R-2, el valor promedio es 0.039 mg/L , en el R-1, el valor promedio es 0.033 mg/L ; mientras que para la CAF el valor promedio es 0.038 mg/L durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en los cuatro puntos de monitoreo los valores de boro son constantes desde la captación hasta la red de conexión domiciliar. Por lo tanto, el agua registrada en las cuatro estaciones de monitoreo no presenta valores de boro que puedan afectar al ser humano. Según la (OMS, 2006), el boro puede presentarse de forma natural o por la presencia de vertidos a las aguas por la utilización de ciertos detergentes. Asimismo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 10 se muestran los valores de Bario (Ba) promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC el valor promedio es 0.029 mg/L , en el R-2, el valor promedio es 0.027 mg/L , en el R-1, el valor promedio es 0.029 mg/L ; mientras que para la CAF el valor promedio es 0.030 mg/L durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en los cuatro puntos de monitoreo los valores de bario son constantes desde la captación hasta la red de conexión domiciliar. Por lo tanto, el agua evaluada en las cuatro estaciones de monitoreo no presenta valores de bario que puedan provocar daños en el ser humano. Según la (OMS, 2006), el bario está presente en el agua de consumo proveniente de fuentes naturales. Asimismo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 11 se muestra los valores de Berilio (Be) promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC y R-1 los valores promedios son 0.001 mg/L ; mientras que para el R-2 y CAF los valores promedios son 0.000 mg/L durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que los valores de berilio registrados en los cuatro puntos de monitoreo son constantes desde la captación hasta la red de conexión domiciliar. Por lo tanto, el agua evaluada en los cuatro puntos de monitoreo no se presenta valores de berilio que puedan causar daños al ser humano. Según la (Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016), el berilio proviene de fuentes naturales como la solubilización de las rocas y del suelo, mayormente se encuentran en aguas turbias, siendo sus concentraciones muy bajas. Asimismo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 12 se muestran los valores de Manganeso (Mn) promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC y R-1 los valores promedios son 0.001 *mg/L*; mientras que para el R-2 y CAF los valores promedios son 0.000 *mg/L* durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que los valores de manganeso registrados en los cuatro puntos de monitoreo son constantes desde la captación hasta la red de conexión domiciliaria. Por lo tanto, el agua evaluada en los cuatro puntos de monitoreo no presenta valores de manganeso que puedan afectar la salud del ser humano. Según la (OMS, 2006), el manganeso en altas concentraciones produce un sabor indeseable, mancha la ropa y los aparatos sanitarios; además, el manganeso en altas concentraciones puede formar capas de color negro en las tuberías y desprenderse en forma de precipitado. Sin embargo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 13 se muestran los valores de Sodio (Na) registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC el valor promedio es 2.151 *mg/L*, en el R-2, el valor promedio es 2.117 *mg/L*, en el R-1, el valor promedio es 2.198 *mg/L*; mientras que para la CAF el valor promedio es 2.212 *mg/L* durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en los cuatro puntos de monitoreo los valores de sodio son constantes desde la captación hasta la red de conexión domiciliaria. Por lo tanto, el agua evaluada en los cuatro puntos de monitoreo no presenta valores de sodio que puedan causar daños al ser humano. Según la (General Water Company Argentina, 2016), el sodio se encuentra de forma natural y muchas veces está en concentraciones significativas en ríos y lagos, en la cual, su valor depende de las condiciones geológicas y de la contaminación de las aguas residuales de una zona. El sodio registrado en la CTC y los otros puntos de monitoreo presentan una concentración baja de solutos, por lo que dichas aguas se caracterizan por ser aguas dulces. Sin embargo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 14 se muestran los valores de Fósforo (P) promedio registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC el valor promedio es 0.008 mg/L , en el R-2, el valor promedio es 0.009 mg/L , en el R-1, el valor promedio es 0.000 mg/L ; mientras que para la CAF el valor promedio es 0.007 mg/L durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que en el punto R-1 presenta un valor bajo, mientras que para los demás puntos de monitoreo los valores son altos. Por lo tanto, el agua evaluada en los cuatro puntos de monitoreo no se presenta valores de fósforo que puedan poner en riesgo la salud de las personas. Según (Ambientum, 2015), el fósforo está presente en las aguas naturales en pequeñas concentraciones y que muchas veces es causa de contaminación orgánica (el uso de los detergentes polifosfatados) y del lixiviado de los terrenos. Sin embargo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM).

En el Gráfico 15 se muestran los valores de Coliformes Totales registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores oscilan entre 4 a 58 $\text{NMP}/100\text{mL}$, en el R-2, los valores están entre 0 a 23 $\text{NMP}/100\text{mL}$, en el R-1, los valores son 0 $\text{NMP}/100\text{mL}$; mientras que para la CAF los valores son 0 $\text{NMP}/100\text{mL}$ durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que para el mes de agosto en el punto CTC se registra una alta concentración de bacterias, mientras que para los demás puntos de monitoreo la cantidad de bacterias presentes disminuyen considerablemente hasta la red de distribución, por la aplicación de cloro por goteo que se realiza en los reservorios. Por lo tanto, en la CTC podemos observar que hay presencia de bacterias coliformes, debido a que es un agua de tipo natural y en los demás puntos de monitoreo no hay presencia de coliformes a excepción del R-2 para el mes de octubre donde se puede apreciar la presencia de coliformes, debiéndose principalmente a la falta de clorinación en el reservorio. Según la (OMS, 2006), los coliformes totales son bacterias que están presentes en heces o en el medio ambiente y estas a la vez se multiplican en el agua cuando ingresan. Asimismo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), mientras que para la OMS se puede notar la presencia de contaminación en la CTC y R-2.

En el Gráfico 16 se muestran los valores de Coliformes Termotolerantes registrados en las cuatro estaciones de monitoreo en el distrito de Bambamarca, para el caso de la CTC los valores están entre 2 a 13 *NMP/100mL*, en el R-2, los valores están entre 0 a 16 *NMP/100mL*, en el R-1 los valores son 0 *NMP/100mL*; mientras que para la CAF los valores son 0 *NMP/100mL* durante el período Agosto – Octubre del 2017. Se puede observar que el punto R-2 se registra un valor alto en coliformes termotolerantes para el mes de octubre, posiblemente a la falta de cloración en el reservorio; mientras que en la CTC los valores en contenido de bacterias son constantes. Por lo tanto, el agua evaluada en los cuatro puntos de monitoreo está dentro de los límites máximos permisibles. Según (OMS, 2008), los coliformes termotolerantes son bacterias indicadoras de contaminación fecal tanto de heces humanas y de animales. Asimismo, los valores registrados están dentro de los límites máximos permisibles por la ECA Categoría A1 (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM), mientras que para la OMS se puede notar la presencia de contaminación fecal en la CTC y R-2.

CONCLUSIONES

Se determinó la calidad del agua para consumo humano en las cuatro estaciones de monitoreo durante los meses agosto – octubre del año 2017. Los valores encontrados en la Captación “Tres Chorros”, los reservorios y la red conexión domiciliaria presentan una buena calidad del agua de abastecimiento hacia la población, siendo aptas para el consumo humano, encontrándose los parámetros monitoreados dentro de los límites máximos permisibles según la norma del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, a excepción del parámetro de Coliformes Totales encontrándose en el punto CTC un total de 58 NMP/100mL para el mes de agosto como se muestra en el Gráfico 15, presentando una ligera contaminación en cuanto a la norma, debido probablemente a que el agua es de tipo natural. Sin embargo, para la OMS si hay presencia de contaminación como se muestran en los Gráficos 15 y 16 en los puntos CTC y R-2 respectivamente.

Se logró determinar los parámetros físicos en las cuatro estaciones de monitoreo, donde los valores de Color no se registraron, la Conductividad Eléctrica registró un promedio de 501.08 $\mu S/cm$, el Oxígeno Disuelto registró un promedio de 6.12 mg/L , el pH registró un promedio de 7.84, los Sólidos Totales Disueltos registraron un promedio de 279.17 mg/L , la Temperatura registró un promedio de 19.04 °C y la Turbiedad registró un promedio de 1.35 NTU . Dichos valores están dentro de la normatividad vigente por la ECA Categoría A1 siendo aptas para el consumo humano del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM.

Se logró determinar los parámetros químicos en las cuatro estaciones de monitoreo, donde los valores de Cloro Libre Residual registraron un promedio de 0.75 $mg Cl_2/L$, la Dureza Total registró un promedio de 281.01 mg/L y los Metales Totales como el Aluminio que registró un promedio de 0.028 mg/L , el Boro registro un promedio de 0.037 mg/L , el Bario registró un promedio de 0.029 mg/L , el Berilio registró un promedio de 0.001 mg/L , el Manganeseo registró un promedio de 0.001 mg/L y el Fósforo registró un promedio de 0.01 mg/L . Dichos valores cumplen con la normatividad vigente, sin evidenciarse la presencia de Metales Pesados en el lugar de estudio, solo se presentaron metaloides en el agua como el Calcio que registró un promedio de 97.71 mg/L , el Magnesio que registró un promedio de 7.25 mg/L y el Sodio que registró un promedio de 2.2 mg/L en bajas concentraciones, sin afectar la calidad del agua siendo aptas para el consumo humano.

Se logró determinar los parámetros microbiológicos en las cuatro estaciones de monitoreo como los Coliformes Totales que registró un promedio de 8.50 NMP/100mL y los Coliformes Termotolerantes que registró un promedio de 3.50 NMP/100mL, cumpliendo con los límites máximos permisibles del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM a excepción del punto CTC del parámetro de Coliformes Totales donde hubo una ligera contaminación para el mes de agosto de 58 NMP/100mL. En cuanto a la norma de la OMS solo superaron los parámetros de Coliformes Totales y Termotolerantes para los puntos de CTC y R-2. Dichas aguas provenientes de la Captación “Tres Chorros” (CTC) que pasan por los reservorios, se elimina el contenido de bacterias mediante el uso de la clorinación, siendo aptas para el consumo humano al llegar a la red de distribución.

RECOMENDACIONES

Solicitar a las autoridades competentes y a la Municipalidad Provincial de Hualgayoc – Bambamarca especialmente al área de agua y saneamiento tomar las medidas pertinentes para disminuir la contaminación por heces que se registra en la Captación “Tres Chorros” y de esa manera la población pueda verse beneficiada.

Ejecutar monitoreos periódicos ya sea mensuales, quincenales o diarios, con la finalidad de conocer el comportamiento de las aguas que proviene de la Captación “Tres Chorros” (CTC) y verificar las condiciones en las que se encuentra los niveles de calidad de agua para el consumo humano.

Implementar un sistema de precloración diario en la Captación “Tres Chorros” (CTC) con la finalidad de disminuir la presencia de contaminación fecal como se puede apreciar en los análisis de muestreo a fin de evitar que en los reservorios falte el cloro o no se realice la cloración por parte del operador.

Efectuar un sistema de limpieza y desinfección cada dos o tres meses tanto en la Captación “Tres Chorros” (CTC), reservorios (R-2 y R-1) y red de conexión domiciliaria para prevenir el crecimiento poblacional de bacterias producto de la contaminación del ambiente o de los mismos reservorios y captación.

Restringir el acceso de animales a la Captación “Tres Chorros” para lograr tener un sistema de abastecimiento de agua adecuado con la menor cantidad de heces humanas o de animales que pudieran aparecer a través del ambiente o de los propios animales y a la vez demarcar la zona de captación para contrarrestar dichas bacterias.

REFERENCIAS

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). *Resúmenes de Salud Pública - Berilio (Beryllium)*. Atlanta, Estados Unidos. Obtenido de https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs4.html
- Ambientum. (2015). *Determinación de compuestos de fósforo*. Universidad de Sevilla. Obtenido de http://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/Determinacion_compuestos_de_fosforo.asp#
- ANDA (Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, SV). (2015). *Calidad del agua*. Recuperado el 12 de Julio de 2017, de <http://www.anda.gob.sv/>
- Barahona, S. et. al. (2014). *"Determinación de los parámetros físico, químicos y biológicos del agua de consumo humano del barrio Cuatro Esquinas parroquia Eloy Alfaro Cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi en el periodo 2013"*. Trabajo de Investigación previo a la Obtención del Título de Ingenieros en Medio Ambiente, Universidad Técnica de Cotopaxi, Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Latacunga, Ecuador.
- Blanco, A. et. al. (2014). *Remoción de plomo (II) en vidrio volcánico y propuesta de absorbedor por etapas*. Recuperado el 13 de Julio de 2017, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992014000200004&script=sci_arttext
- Cacho, G. (2014). *"Calidad de agua de consumo humano en la ciudad de Cajamarca, región Cajamarca - 2014"*. Tesis para Optar el Título de Biologo, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, Perú.
- Cava, T. et. al. (2016). *"Caracterización físico - química y microbiológica de agua para consumo humano de la localidad Las Juntas del distrito de Pacora - Lambayeque, y propuesta de tratamiento"*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Químico, Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo, Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias, Lambayeque, Perú.
- Chavez de Alláin, A. (2012). *Capítulo II: Origen y efectos de la contaminación*. Universidad de Piura, Piura, Perú.
- Dirección General de Salud Ambiental. (2008). *Protocolo de monitoreo de la calidad sanitaria de los recursos hídricos superficiales*.
- Dirección General de Salud Ambiental. (2010). *DIGESA*. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/reglamento_calidad_agua.pdf
- El Peruano. (7 de Junio de 2017). Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. *Diario El Peruano*, pág. 10 p. Recuperado el 22 de Junio de 2017
- EPA 200.7. Rev 4.4. 1994. - 245.1. Rev 3.0. 1994. (2014).

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura IT). (2013). *Reutilización del agua en la agricultura: ¿Beneficios para todos?* Informe Técnico sobre Recursos Hídricos. Recuperado el 12 de Julio de 2017, de <http://www.fao.org/docrep/017/i1629s/i1629s.pdf>
- Fernández, A. et. al. (2012). *Evaluación de la condición del agua para consumo humano en latinoamérica*. Universidad de Buenos Aires. Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua.
- FNUAP - Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2015). *Los retos de la población mundial*. Obtenido de <http://albageo2a.bloges.org/1445601839/los-retos-de-la-poblacion-mundial/>
- General Water Compañy Argentina. (2016). *Sodio presente en el agua de consumo*. La Plata, Buenos Aires, Argentina. Obtenido de <https://gwc.com.ar/agua/sodio-agua/>
- GNEB (Environmental Advisors Across Borders). (2012). *La situación ambiental, económica y de salud de los recursos hídricos en la frontera México - Estados Unidos*. Quinceavo reporte de la junta ambiental del buen vecino al presidente y al congreso de los Estados Unidos. Recuperado el 25 de Julio de 2017
- INEI. (2015). *Sistema de Consulta de Resultados Censales*. Obtenido de <http://proyectos.inei.gob.pe/web/poblacion/>
- (2009). *Ley N° 26842 - Ley General de Salud*. Recuperado el 24 de Julio de 2017
- (2005). *Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente*. Recuperado el 29 de Julio de 2017
- (2009). *Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos*. Recuperado el 26 de Julio de 2017
- MINAGRI - Ministerio de Agricultura. (2006). *Monitoreo de la calidad y cantidad de las aguas de los canales Pórcon, Rejo y Quebrada Honda*. Cajamarca, Perú.
- Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la calidad del agua para consumo humano - DS N° 031 - 2010 - SA*. Lima, Perú.
- Ministerio de Salud. (s.f.). *Caracterización de fuentes de agua y del agua para consumo humano*. Programa de incentivos a la mejora de la gestión municipal - Meta 35. Recuperado el 21 de Diciembre de 2017
- MINSA. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú. Recuperado el 25 de Julio de 2017
- Navarro, J. (2014). *"Evaluación de la calidad bacteriológica en agua de pozo en la comunidad de Manacamiri de la región Loreto"*. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.
- NORMA TÉCNICA PERUANA. (2012). *Calidad de Agua: Muestreo, preservación y manipulación de muestras*.
- OMS. (2006). *Guías para la calidad del agua potable (3° edición, Vol. I)*. Génève, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 23 de Enero de 2017, de http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/gdwq3_es_full_lowsres.pdf
- OMS. (2008). *Guías para la calidad del agua potable*. Organización Mundial de la Salud.
- OMS. (2010). *El efecto del cloro en la salud de las personas*.

- OMS. (2011). *Guidelines for drinking-water quality*. Geneva. Obtenido de http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44584/1/9789241548151_eng.pdf.
- OMS. (2015). *Agua*. Recuperado el 13 de Julio de 2017, de <http://www.who.int/topics/water/es/>
- PLANAA. (2011). *Plan Nacional de Acción Ambiental* (Vol. Segunda edición). Lima, Perú.
- Rodríguez, M. et al. (2007). *Subproductos de la desinfección del agua potable: Formación, aspectos sanitarios y reglamentación*. Caracas, Venezuela: Revista Interciencia.
- Rondón, J. (2012). *La contaminación del agua*. Recuperado el 13 de Julio de 2017, de <http://johannarondon84.blogspot.com/2012/07/definicion-de-la-contaminacion-del-agua.html>
- Sánchez, D. (2008). *Evaluación de la calidad ambiental del agua en la microcuenca media y alta del río Shilcayo*. Tesis para Optar el Grado de Ingeniero Ambiental, Universidad Nacional de San Martín, San Martín, Perú.
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120. (2012).
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. (2012).
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340. (2012).
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 - 4500-O - 2540 - 2550. (2012).
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-CI. (2012).
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+. (2012).
- SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B,C - 9221 B2,C,E1. (2012).
- Tacuri, J. et. al. (2012). *Control microbiológico y físico - químico del agua potable del sistema de abastecimiento del Cantón Santa Isabel*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Vargas, C. et. al. (s.f.). *Control y vigilancia de la calidad del agua de consumo humano*. La Molina, Perú. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacg/e/cd-cagua/ref/text/09.pdf>
- WHO - World Health Organization. (2016). *Escherichia Coli*. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs125/en/>
- Yungan, Z. (2010). *Estudio de la calidad de agua en los afluentes de la microcuenca del río Blanco para determinar las causas de la degradación y alternativas de manejo*. Riobamba, Ecuador.

ANEXOS

ANEXO 01: Resultados de la determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca del mes de agosto – 2017.



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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

INFORME DE ENSAYO N° IE 0817529

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **EDWIN JHON SALDAÑA VASQUEZ**

N° RUC/DNI: **72504828**

Dirección: **Jr. Manuel Seoane N°119**

Persona de contacto: **[Firma]**

Ciudad/Provincia/Distrito: **Cajamarca** Correo electrónico: **edjhonsv@gmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo: **24.08.17** Hora: **08:45 a 11:09**

Tipo de Muestreo: **Puntual**

Número de Muestra: **04 Muestras** N° Frascos x muestra: **03**

Ensayos solicitados: **Fisicoquímicos y Microbiológicos**

Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**

Responsable de la toma de muestra: **Las muestras fueron tomadas por el personal usuario.**

Procedencia de la Muestra: **Bambamarca**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 607** Cadena de Custodia: **CC - 529 - 17**

N° Orden de Trabajo: **0817529**

Fecha y Hora de Recepción: **24.08.17 15:00** Inicio de Ensayo: **24.08.17 15:30**

Fecha Término de Ensayo: **01.09.17 09:00** Reporte Resultado: **01.09.17 10:10**

(*) DATOS DE CAMPO

Parámetro de Campo	Unidad	CTC	R-2	R-1	CAF
(*) Temperatura (T)	°C	17.6	19.3	20.7	18.3
(*) Potencial de Hidrógeno (pH)	pH	8.01	8.08	8.24	8.23
(*) Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	5.7	6.29	5.99	6.2
(*) Conductividad eléctrica (CE)	µS/cm	507	510	522	510
(*) Sólidos Totales Disueltos (TDS)	mg/L	289	286	280	286
(*) Turbidez	NTU	0.69	1.2	2.71	0.7

Nota: **Parámetro de campo fueron proporcionados por el usuario.**

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Bigo, Ronald A. Cacha Cuba
RESPONSABLE DE CALIDAD
CBP: 4995

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2017.

Cód: RT-5.10-01. Fecha de Emisión: 06/06/2017. Rev: N°05. Página: 1 de 4.

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. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 599000 anexo 1140

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS			
Código Cliente			CTC	R-2	R-1	CAF
Código Laboratorio	0817529-01		0817529-02	0817529-03	0817529-04	
Matriz de Agua	NATURAL		USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	
Descripción	Subterránea		Potable	Potable	Potable	
Localización de la Muestra	Bambamarca		Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.026	0.030	0.031	<LCM
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Boro (B)	mg/L	0.021	0.094	0.079	0.078	0.093
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.030	0.031	0.030	0.030
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	0.003	<LCM
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	103.10	108.200	103.000	104.200
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.948	1.110	0.965	0.951
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	7.477	7.821	7.489	7.471
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Sodio (Na)	mg/L	0.018	2.083	2.196	2.156	2.137
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Azufre (S)	mg/L	0.085	43.390	43.970	43.040	45.580
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Silicio (Si)	mg/L	0.085	6.09	6.401	6.160	6.173
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.540	0.565	0.543	0.542
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM

Cód: RT1-5.10-01. Fecha de Emisión: 06/06/2017. Rev: N°05

Página: 2 de 4

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
 DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 599000 anexo 1140

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INACAL
DA-Perú
Laboratorio Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0817529

ENSAYOS		FISICOQUÍMICOS			
Código Cliente		CTC	R-2	R-1	CAF
Código Laboratorio		0817529-01	0817529-02	0817529-03	0817529-04
Matriz de Agua		NATURAL	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO	USO Y CONSUMO
Descripción		Subterránea	Potable	Potable	Potable
Localización de la Muestra		Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados		
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	292.4	308.9	294.7
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	<LCM
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.5	<LCM	<LCM	1.24

ENSAYOS		MICROBIOLÓGICOS			
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados		
(*) Coliformes Totales	NMP/100mL	1.1	58	<1.1	<1.1
(*) Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.1	13	<1.1	<1.1

(Firma)

Ing. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

(Firma)

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Analista Responsable de Biología
CBP: 9778

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 01 de Setiembre de 2017.

Cód: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 06/06/2017 Rev: N°05 Página: 3 de 4

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. UR. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FON: 599000 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INACAL
DA-Perú
Acreditado
Registro N° LE = 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0817529

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag,Al,As,B, Ba,Be,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,LI,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Sb,Se, Si, Sr, Ti, U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7 Rev 4.4.1994. (Validado) 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-CV	mg/L	EPA 245.1 Rev 3.0. 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22 nd Ed. 2012: Hardness EDTA Titrimetric Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 22 nd Ed. 2012: Color. Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 22 nd Ed. 2012 :Iodometric Method
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B,C. 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2,C,E1. 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

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: 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.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



Cajamarca, 01 de Setiembre de 2017.

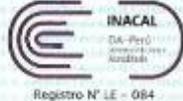
**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Código: RT1-5.10-01 Fecha de Emisión: 06/06/2017 Rev: N°05

Página: 4 de 4

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
 DR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONC: 999000 anexo 1140

ANEXO 02: Resultados de la determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca del mes de setiembre – 2017.

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA		GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA		LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA CON REGISTRO N° LE-084					
				Registro N° LE - 084					
INFORME DE ENSAYO N° IE 0917638									
DATOS DEL CLIENTE/USUARIO									
Razon Social/Usuario	EDWIN JHON SALDAÑA VÁSQUEZ								
N° RUC/DNI	72504828								
Dirección	Jr. Manuel Seoane N° 119								
Ciudad/Provincia/Distrito	Cajamarca								
Persona de contacto	-	Correo electrónico	edjhonsv@gmail.com						
DATOS DE LA MUESTRA									
Fecha y Hora del Muestreo	22.09.17	Hora:	09:15 a 10:32						
Tipo de Muestreo	Puntual								
Número de Muestra	04 Muestras	N° Frascos x muestra	03						
Ensayos solicitados	Físicoquímicos y Microbiológico								
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.								
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el personal usuario								
Procedencia de la Muestra:	Bambamarca								
DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO									
N° Contrato	SC - 607	Cadena de Custodia	CC - 638 - 17						
N° Orden de Trabajo	0917638								
Fecha y Hora de Recepción	22.09.17	13:40	Inicio de Ensayo	22.09.17	14:30				
Fecha Término de Ensayo	29.09.17	15:00	Reporte Resultado	02.10.17	10:15				
(*) DATOS DE CAMPO									
		Fecha y Hora							
Parámetro de Campo	Unidad	CTC	R-2	R-1	CAF	-	-	-	-
pH	pH	8.05	8.05	7.98	7.97	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.97	1.85	1.29	1.02	-	-	-	-
Conductividad eléctrica	µS/cm	555	563	567	570	-	-	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	318	318	316	316	-	-	-	-
Temperatura	°C	17.4	18.1	18.6	20.2	-	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /L	5.71	6.44	6.17	6.1	-	-	-	-
Nota:	El Cliente tomó los parámetro de campo.								
 Bigo. Juan V. Diaz Saenz RESPONSABLE									
Cajamarca, 03 de Octubre de 2017.									
Página: 1 de 4									
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. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU e-mail: laboratorio@regionalcajamarca.gob.pe laboratorio@delagua@hotmail.com FONDO: 599000 anexo 1140									

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			CTC	R-2	R-1	CAF	-	-
Código Laboratorio			0917638-01	0917638-02	0917638-03	0917638-04	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	Uso y Consumo	Uso y Consumo	Uso y Consumo	-	-
Descripción			Subterránea	Potable	Potable	Potable	-	-
Localización de la Muestra			Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.033	<LCM	0.035	0.037	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	0.023	0.039	0.021	0.021	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.039	0.031	0.038	0.040	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	118.5	105.0	115.7	119.1	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	1.061	0.928	1.015	1.062	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	0.005	0.005	0.005	0.005	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	8.944	7.845	8.520	8.815	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	0.004	<LCM	0.004	<LCM	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	3.086	2.804	3.064	3.161	-	-
Níquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	43.540	45.320	43.620	45.820	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	4.257	3.822	4.064	4.223	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.657	0.577	0.639	0.657	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-

Cajamarca, 03 de Octubre de 2017.

Página: 2 de 4

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. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONDO: 59908 anexo 1149



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

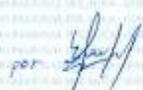


INACAL
DA-Perú
Organismo de Acreditación
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0917638

ENSAYOS			FISICOQUIMICOS					
Código Cliente			CTC	R-2	R-1	CAF	-	-
Código Laboratorio			0917638-01	0917638-02	0917638-03	0917638-04	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	Uso y Consumo	Uso y Consumo	Uso y Consumo	-	-
Descripción			Subterránea	Potable	Potable	Potable	-	-
Localización de la Muestra			Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	338.7	308.6	327.1	341.5	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.5	<LCM	1.7	1.2	1.3	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/ 100mL	1.8, 1.7	4.0	<1.1	<1.1	<1.1	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8, 1.7	2.0	<1.1	<1.1	<1.1	-	-



Ing. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP- 119544



Bigo. Enver Zulueta Santa Cruz
Analista Responsable de Biología
CBP- 9778

Cajamarca, 03 de Octubre de 2017.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 3 de 4

"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. URIB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
 e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio@delagua@hotmail.com FONO: 599203 anexo 1140



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 0917638

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metales por ICP-OES (Ag, Al, As, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Co, Cr, Fe, K, Li, Mn, Mg, Mo, Ni, N, P, Pb, S, Se, Sn, Sr, Ti, U, V, Zn)	mg/L	EPA 200.7, Rev 4.4, 1994. (Validado) 2014. Determination of metals and trace elements in water and wastes by Inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0, 1994. (Validado) 2014. Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C. 22 nd Ed. 2012. Hardness EDTA Titrimetric Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C. 22 nd Ed. 2012. Color. Spectrophotometric Single-Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-ClB. 22 nd Ed. 2012. Iodometric Method I
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B.C. 22 nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2.C.E1. 22 nd Ed. 2012. Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

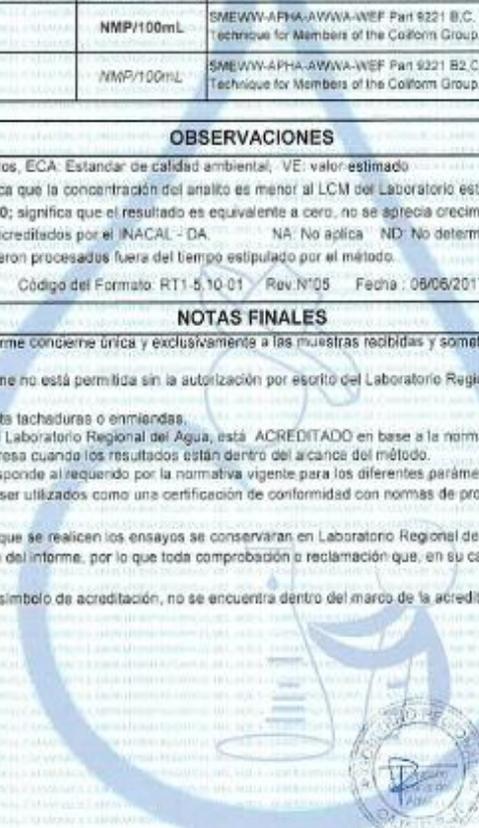
OBSERVACIONES

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 Resultados Microbiológicos <1.8, 1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) 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.

Código del Formato: RT1.5.10.01 Rev N°05 Fecha: 08/06/2017

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.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

Cajamarca, 03 de Octubre de 2017.

Página: 4 de 4

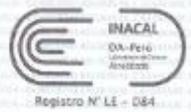
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
 JE. LEUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
 e-mail: laboratorio@delagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratorio@delagua@hotmail.com FONO: 599269 anexo 1140

ANEXO 03: Resultados de la determinación de la calidad del agua para consumo humano en el distrito de Bambamarca del mes de octubre - 2017.



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 1017759

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario	EDWIN JHON SALDAÑA VÁSQUEZ		
N° RUC/DNI	72504828		
Dirección	Jr. Manuel Seoane N° 119		
Ciudad/Provincia/Distrito	Cajamarca		
Persona de contacto	-	Correo electrónico	edjhonsv@gmail.com

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha y Hora del Muestreo	31.10.17	Hora:	09:25 a 11:24
Tipo de Muestreo	Puntual		
Número de Muestra	04 Muestras	N° Frascos x muestra	03
Ensayos solicitados	Fisicoquímicos y Microbiológico		
Breve descripción del estado de la muestra	Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.		
Responsable de la toma de muestra	Las muestras fueron tomadas por el personal usuario		
Procedencia de la Muestra:	Bambamarca		

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato	SC - 607	Cadena de Custodia	CC - 759 - 17
N° Orden de Trabajo	1017759		
Fecha y Hora de Recepción	31.10.17	15:10	Inicio de Ensayo 31.10.17 15:40
Fecha Término de Ensayo	07.11.17	15:30	Reporte Resultado 07.11.17 16:25

(*) DATOS DE CAMPO						Fecha y Hora		
Parámetro de Campo	Unidad	CTC	R-2	R-1	CAF	-	-	-
pH	pH	7.38	7.5	7.38	7.22	-	-	-
Turbidez	NTU	1.08	1.01	1.86	1.77	-	-	-
Conductividad eléctrica	µS/cm	420	417	442	430	-	-	-
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	238	233	233	237	-	-	-
Temperatura	°C	17.6	18.3	22.1	20.3	-	-	-
Oxígeno Disuelto	mgO ₂ /L	6.04	6.58	5.97	6.24	-	-	-

Nota: El Cliente tomó los parámetros de campo.



Elgo, Juan V. Diaz Sautz
RESPONSABLE

Cajamarca, 28 de Noviembre de 2017.

Página: 1 de 4

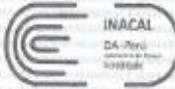
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
SR. LUIS ALBERTO SANCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERU
E-mail: laboratorioelagu@regioncajamarca.gob.pe / laboratorioelagu@hotalmail.com FONDO: 995906 Anexo 1148



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INACAL
DA Perú
Organismo Peruano de Acreditación

Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1017759

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			CTC	R-2	R-1	CAF	-	-
Código Laboratorio			1017759-01	1017759-02	1017759-03	1017759-04	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	Uso y Consumo	Uso y Consumo	Uso y Consumo	-	-
Descripción			Subterránea	Potable	Potable	Potable	-	-
Localización de la Muestra			Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Plata (Ag)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Aluminio (Al)	mg/L	0.022	0.030	0.036	0.035	0.039	-	-
Arsénico (As)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Boro (B)	mg/L	0.021	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bario (Ba)	mg/L	0.002	0.019	0.020	0.019	0.019	-	-
Berilio (Be)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Bismuto (Bi)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Calcio (Ca)	mg/L	0.070	73.26	76.22	74.20	71.99	-	-
Cadmio (Cd)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobalto (Co)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cromo (Cr)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Cobre (Cu)	mg/L	0.014	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Hierro (Fe)	mg/L	0.019	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Potasio (K)	mg/L	0.049	0.624	0.657	0.640	0.619	-	-
Litio (Li)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Magnesio (Mg)	mg/L	0.017	5.616	5.843	5.681	5.512	-	-
Manganeso (Mn)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Molibdeno (Mo)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Sodio (Na)	mg/L	0.018	1.283	1.350	1.375	1.338	-	-
Niquel (Ni)	mg/L	0.002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Fósforo (P)	mg/L	0.020	0.023	0.027	<LCM	0.021	-	-
Plomo (Pb)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Azufre (S)	mg/L	0.085	18.01	17.94	17.84	17.73	-	-
Antimonio (Sb)	mg/L	0.005	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Selenio (Se)	mg/L	0.017	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Silicio (Si)	mg/L	0.085	3.152	3.276	3.203	3.078	-	-
Estroncio (Sr)	mg/L	0.002	0.373	0.390	0.379	0.367	-	-
Titanio (Ti)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Talio (Tl)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Uranio (U)	mg/L	0.004	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Vanadio (V)	mg/L	0.003	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Zinc (Zn)	mg/L	0.016	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
Mercurio (Hg)	mg/L	0.0002	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-



Cajamarca, 28 de Noviembre de 2017.

Página: 2 de 4

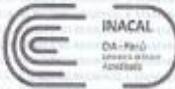
LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
R. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
E-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 053003 anexo 1140



LABORATORIO REGIONAL
del AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



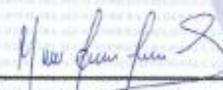
INACAL
DA-Perú
Organismo de Acreditación

Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1017759

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			CTC	R-2	R-1	CAF	-	-
Código Laboratorio			1017759-01	1017759-02	1017759-03	1017759-04	-	-
Matriz de Agua			NATURAL	Uso y Consumo	Uso y Consumo	Uso y Consumo	-	-
Descripción			Subterránea	Potable	Potable	Potable	-	-
Localización de la Muestra			Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	Bambamarca	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
(*) Dureza Total	mg/L	0.5	214	218	217	212	-	-
(*) Color Verdadero	UC	4.0	<LCM	<LCM	<LCM	<LCM	-	-
(*) Cloro Residual	mg Cl ₂ /L	0.5	<LCM	<LCM	1.29	1.24	-	-

ENSAYOS			MICROBIOLÓGICOS					
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Coliformes Totales	NMP/100mL	1.8.1.1	17	23	<1.1	<1.1	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8.1.1	11	16	<1.1	<1.1	-	-



Ing. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544



Bigo. Enver Zulueta Santa Cruz
Analista Responsable de Biología
CBP: 9778

Cajamarca, 28 de Noviembre de 2017.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Página: 3 de 4

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO
R. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
Email: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe / laboratoriodelagua@hotmail.com FONO: 599060 anexo 1140



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 1017759

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Metas por ICP-OES (Ag,Al,As,B, Ba,Bi,Bi,Ca,Cd,Co,Cu,Cr,Fe,K,Li,Mn,Mg,Mo, Na,Ni,P,Pb,S,Se,Sn, Sr, Ti,TL,U,V,Zn)	mg/L	EPA 200.7, Rev 4.4 1994, (Validado) 2014, Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry
Mercurio por ASS-CV	mg/L	EPA 245.1, Rev 3.0 1994, (Validado) 2014, Determination of mercury in water by cold vapor atomic absorption spectrometry
Dureza Total	mg CaCO ₃ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22 nd Ed. 2012: Hardness EDTA Titrimetric Method
Color Verdadero	UC	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2120 C, 22 nd Ed. 2012: Color Spectrophotometric Single Wavelength Method (Proposed)
Cloro Residual	mg Cl/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4505-Cl B, 22 nd Ed. 2012 : Iodometric Method I
Coliformes Totales	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B,C, 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B2,C,E1, 22 nd Ed. 2012: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure

OBSERVACIONES

LCM: Límite de cuantificación de los 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 Resultados Microbiológicos <1.8, 1.0; significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecia crecimiento bacteriano en la muestra.
 (*) 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.

Código del Formato: RT1-5.10-01 / Rev.N°05 Fecha : 06/06/2017

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 17025:2005.
- ✓ 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 conservarán 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.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.



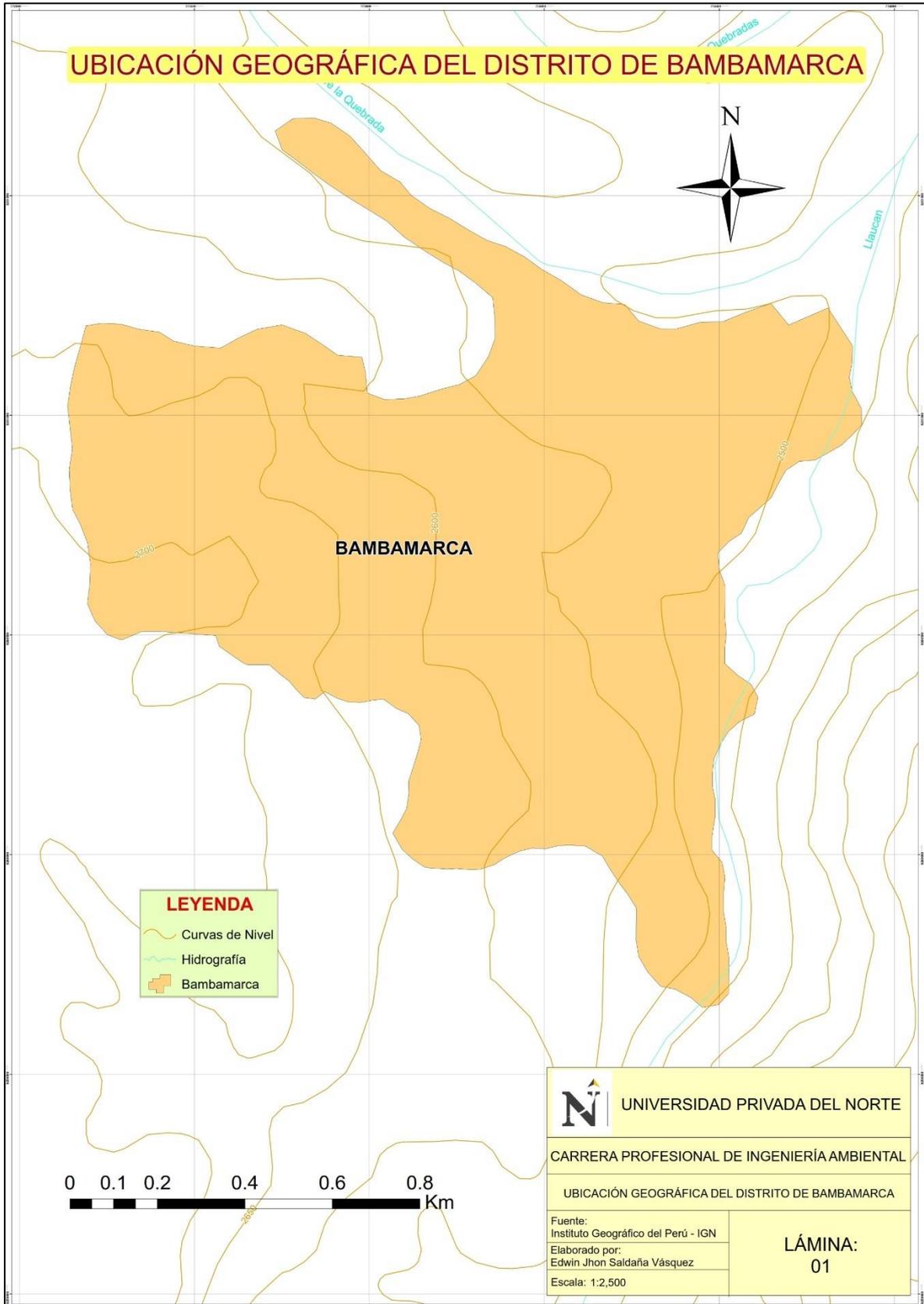
Cajamarca, 28 de Noviembre de 2017.

**LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA**

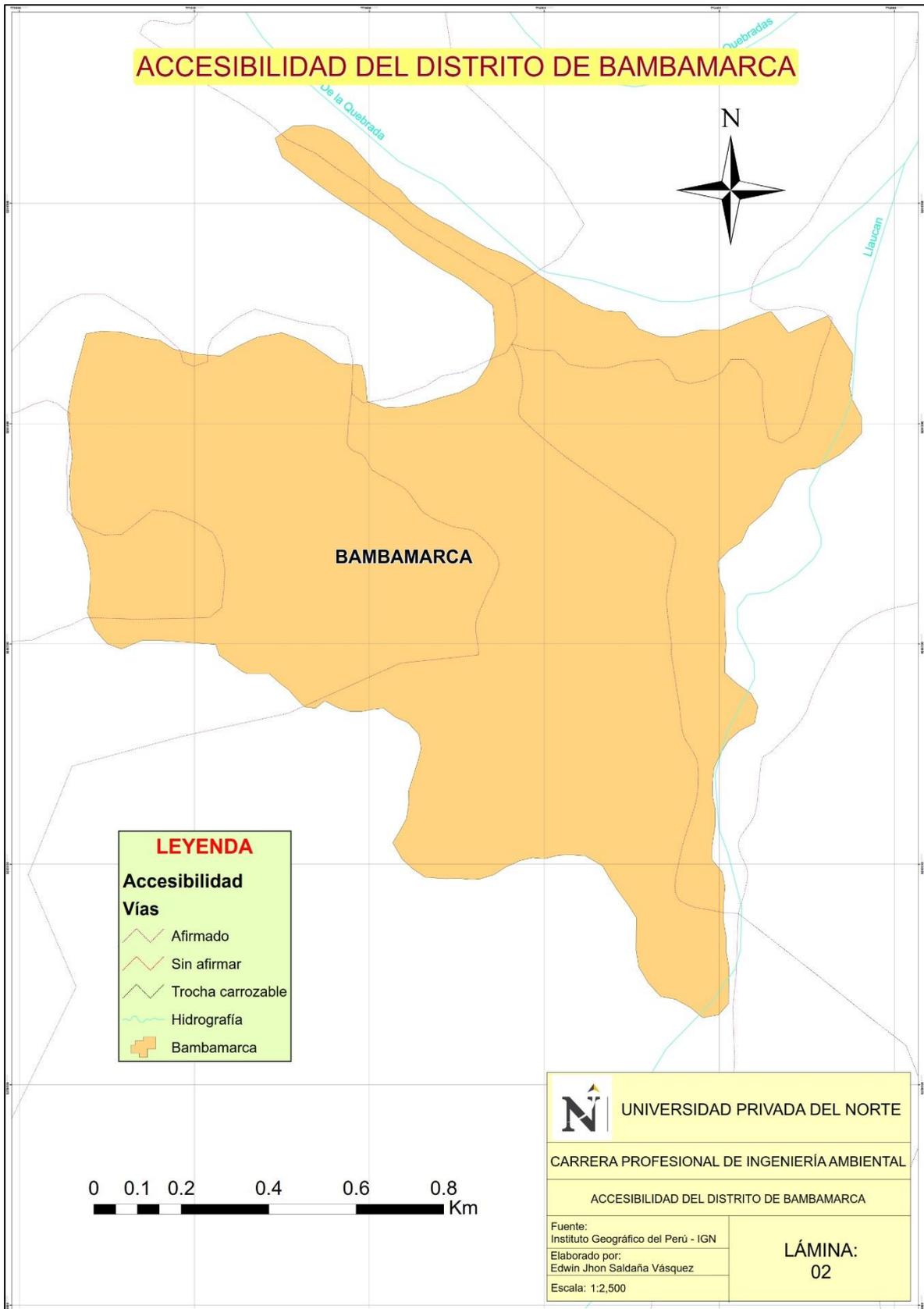
ANEXO 07: Acercamiento al distrito de Bambamarca.



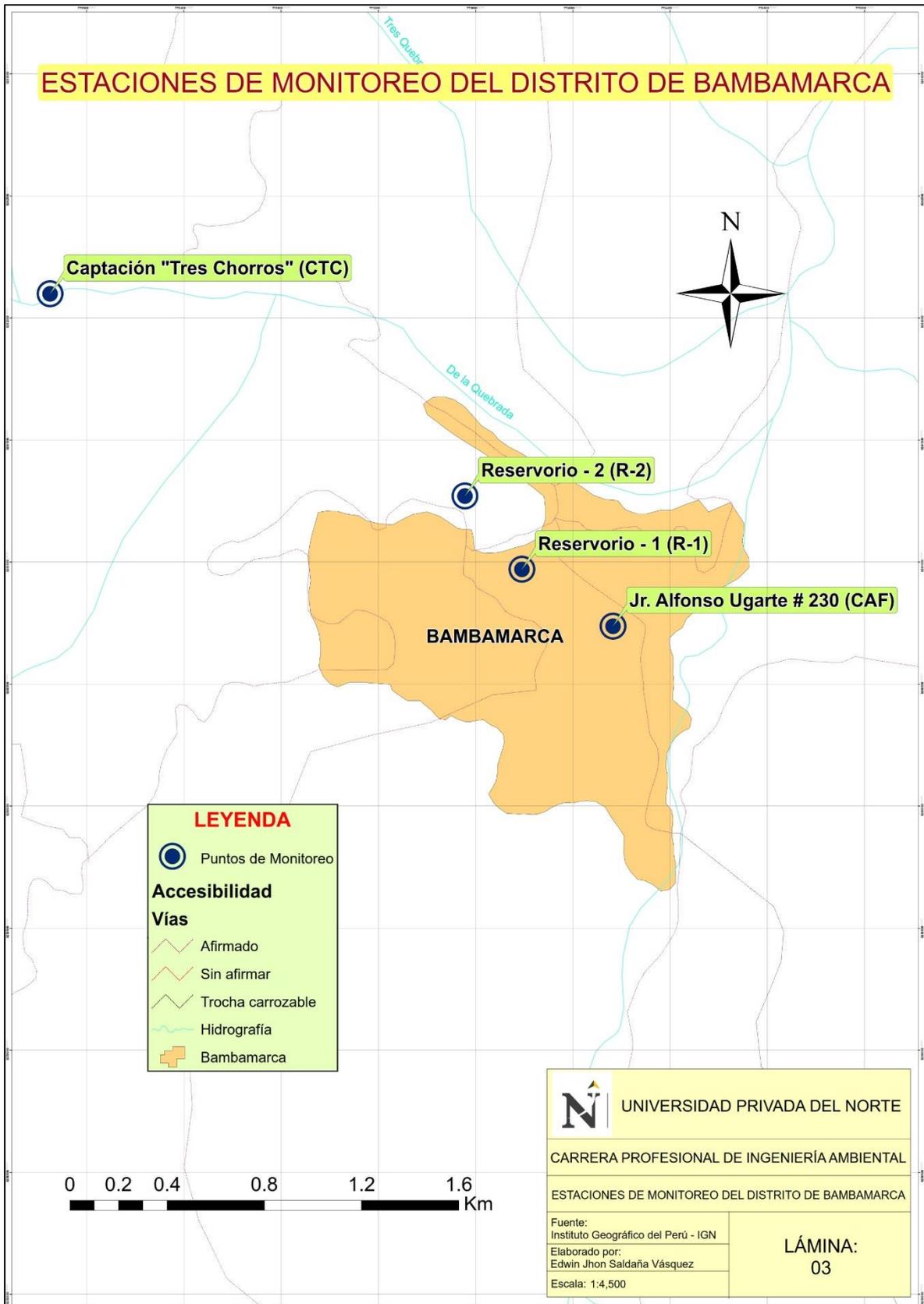
ANEXO 08: Ubicación geográfica del distrito de Bambamarca.



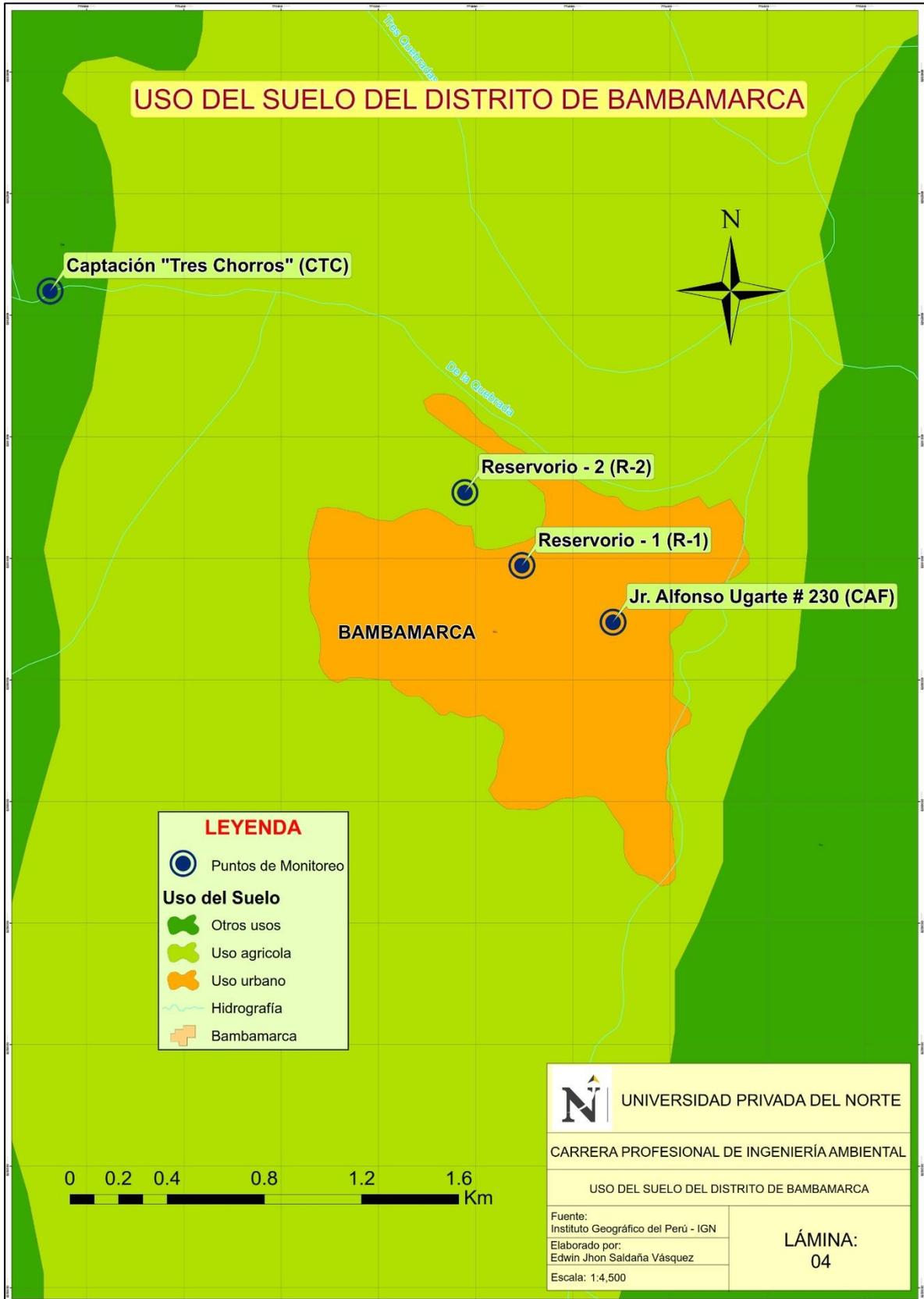
ANEXO 09: Accesibilidad del distrito de Bambamarca.



ANEXO 10: Estaciones de monitoreo del distrito de Bambamarca.



ANEXO 11: Uso del suelo del distrito de Bambamarca.



ANEXO 12: Requisitos para la toma de muestras de agua y su manipulación establecidos por la DIGESA (2007).

Parámetro	Material del frasco	Volumen requerido	Conservación/ preservación	Tiempo máximo para análisis
pH	Determinación en campo			
Temperatura	Determinación en campo			
Turbiedad	P o V	200 mL	Refrigerar a 4 °C	24 horas
Alcalinidad	P o V	200 mL	Refrigerar a 4 °C	24 horas
Color	P o V	500 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Sólidos sedimentables	P o V	1000 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Cloruros	P o V	200 mL	Refrigerar a 4 °C	28 días
Fluoruros	P	300 mL	Refrigerar a 4 °C	28 días
Sulfatos	P o V	100 mL	Refrigerar a 4 °C	28 días
Conductividad	P o V	200 mL	Refrigerar a 4 °C	28 días
Dureza	P o V	500 mL	Agregar HNO_3 hasta pH < 2	3 meses
Oxígeno disuelto	Determinación en campo			
DBO_5	P o V	1000 mL	Refrigerar a 4 °C	24 horas
Fosfato	V(A)	200 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Cianuros	P o V	1000 mL	Agregar NaOH hasta pH = 12 refrigerar a 4 °C	14 días 28 días/ clorada
Nitritos	P o V	200 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas
Nitratos	P o V	200 mL	Refrigerar a 4 °C	48 horas 28 días/ clorada
Aceites y grasas	V ámbar boca ancha	1000 mL	Agregar H_2SO_4 hasta pH < 2 refrigerar a 4 °C	28 días
DQO	P o V	200 mL	Agregar H_2SO_4 hasta pH < 2 refrigerar a 4 °C	28 días
Metales				
En general	V(A) o P(A)	1000 mL	Agregar HNO_3 hasta pH < 2	2 meses
Arsénico	V(A) o P(A)	500 mL	Agregar HNO_3 hasta pH < 2 refrigerar a 4 °C	2 meses
Mercurio	V(A) o P(A)	500 mL	Agregar HNO_3 hasta pH < 2 refrigerar a 4 °C	28 días
Organoclorados	V(D) revestimiento de TFE	1000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar a 4 °C	7 días
Bifenilopoliclorados	V(D) revestimiento de TFE	1000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar a 4 °C	7 días
Organofosforados	V(D) revestimiento de TFE	1000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar a 4 °C	7 días

Piretroides	V(D) revestimiento de TFE	1000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar a 4 °C	7 días
Trihalometanos	V(D) revestimiento de TFE	1000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar a 4 °C	7 días
Hidrocarburos	V ámbar boca ancha	1000 mL	Añadir HCl hasta pH < 2 refrigerar a 4 °C	28 días

ANEXO 13: Estándares Nacionales de Calidad Ambiental (ECA) de parámetros físicos – químicos y microbiológicos establecidos por el diario (El Peruano, 2017).

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable
		A1
Aguas que pueden ser potabilizadas con Desinfección		
FÍSICOS – QUÍMICOS		
Aceites y grasas	mg/L	0.5
Cianuro Total	mg/L	0.07
Cloruros	mg/L	250
Color (b)	Unidad de Color verdadero escala Pt/Co	15
Conductividad	($\mu\text{S}/\text{cm}$)	1500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5)	mg/L	3
Dureza	mg/L	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10
Fenoles	mg/L	0.003
Fluoruros	mg/L	1.5
Fósforo Total	mg/L	0.1
Materiales Flotantes de origen antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO_3^-)	mg/L	50
Nitritos (NO_2^-)	mg/L	3
Amoníaco – N	mg/L	1.5
Oxígeno Disuelto (Valor Mínimo)	mg/L	≥ 6
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 – 8.5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1000
Sulfatos	mg/L	250
Temperatura	$^{\circ}\text{C}$	$\Delta 3$
Turbiedad	UNT	5
INORGÁNICOS		
Aluminio	mg/L	0.9
Antimonio	mg/L	0.02
Arsénico	mg/L	0.01
Bario	mg/L	0.7
Berilio	mg/L	0.012
Boro	mg/L	2.4
Cadmio	mg/L	0.003
Cobre	mg/L	2
Cromo Total	mg/L	0.05
Hierro	mg/L	0.3
Manganeso	mg/L	0.4

Mercurio	mg/L	0.001
Molibdeno	mg/L	0.07
Níquel	mg/L	0.07
Plomo	mg/L	0.01
Selenio	mg/L	0.04
Uranio	mg/L	0.02
Zinc	mg/L	3
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS		
Coliformes Totales (35 – 37 °C)	NMP/100mL	50
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100mL	20
Formas parasitarias	N° Organismo/L	0
Escherichia Coli	NMP/100mL	0
Microcistina – LR	mg/L	0.001
Vibrio cholerae	Presencia/100mL	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos, en todos sus estadios evolutivos) (d)	N° Organismo/L	0

Donde:

C = Concentración en mg/L.

ECA = Estándar de Calidad Ambiental en mg/L.

$\Delta 3$ = Variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

(a) = 100 (Para agua claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) = Después de la filtración simple.

(c) = En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos – N (NO_2^- – N), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO_2^-).

(d) = Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

(f) = Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

NOTA 1:

El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta subcategoría.

Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

ANEXO 14: Estándares internacionales de calidad de agua para consumo humano establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

PARÁMETROS	SÍMBOLO	UNIDAD	OMS
Potencial de Hidrógeno	pH	-	6.5 – 8.5
Conductividad Eléctrica	CE	μS	-
Temperatura	T°	°C	-
Turbiedad	-	UNT	5
Sólidos Disueltos Totales	SDT	ppm	-
Cloro Libre	-	mg/L	>0.5
Cloruros	Cl	mg/L	250
Nitratos	N-NO ₃	mg/L	50
Coliformes Fecales	-	NMP/100mL	0
Coliformes Totales	-	NMP/100mL	0
Metales por ICP:			
Aluminio	Al	mg/L	0.2
Antimonio	Sb	mg/L	0.02
Arsénico	As	mg/L	0.01
Bario	Ba	mg/L	0.7
Berilio	Be	mg/L	-
Bismuto	Bi	mg/L	-
Boro	B	mg/L	0.5
Cadmio	Cd	mg/L	0.003
Calcio	Ca	mg/L	-
Cerio	Ce	mg/L	-
Circonio	Zr	mg/L	-
Cobalto	Co	mg/L	-
Cobre	Cu	mg/L	2
Cromo	Cr	mg/L	0.05
Escanio	Sc	mg/L	-
Estaño	Sn	mg/L	-
Estroncio	Sr	mg/L	-
Fósforo	P	mg/L	-
Hierro	Fe	mg/L	0.3
Itrio	Y	mg/L	-
Lantano	La	mg/L	-
Litio	Li	mg/L	-
Magnesio	Mg	mg/L	-
Manganeso	Mn	mg/L	0.4
Molibdeno	Mo	mg/L	0.07
Níquel	Ni	mg/L	0.02
Plata	Ag	mg/L	-
Plomo	Pb	mg/L	0.10
Potasio	K	mg/L	-
Selenio	Se	mg/L	0.01
Silicio (SiO ₂)	Si	mg/L	-
Sodio	Na	mg/L	200
Talio	Tl	mg/L	-

Titanio	Ti	<i>mg/L</i>	-
Vanadio	V	<i>mg/L</i>	-
Wolframio/Tungsteno	W	<i>mg/L</i>	-
Zinc	Zn	<i>mg/L</i>	3