



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y
MICROBIOLÓGICA DE DOS MANANTIALES
DE CONSUMO HUMANO EN EL CENTRO
POBLADO CHIN CHIN TRES CRUCES,
CAJAMARCA – 2019”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Ambiental

Autores:

Keilly Clarisa Calla Cacho
María Catalina Castrejón Chávez

Asesor:

M.Cs. Juan Carlos Flores Cerna

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mis padres por su apoyo incondicional y por haberme forjado como persona y motivarme a alcanzar mis metas.

A mi esposo por su amor, sacrificio e incrementar en mí, las ganas de seguir aprendiendo, para que así mi hijo se forme en un mundo de aspiraciones.

A mi hijo Patrick por ser el motivo de superación, el motor de querer emprender a seguir adelante, haciendo de mí una persona luchadora, que de la mano junto a él forjemos un futuro mejor.

Keilly Clarisa Calla Cacho

Mi tesis la dedico a mis padres por haberme apoyado incondicionalmente en todo momento de mi vida y mi carrera.

A Dios y hermanas quienes me han tendido la mano cuando lo he necesitado, y a mis maestros quienes han compartido sus conocimientos sin condición alguna.

María Catalina Castrejón Chávez

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme guiado en cada paso, por darme fuerzas para lograr lo que me propuse, y con humildad llegar a este momento tan deseado por mi persona.

A mis padres, por darme la vida, por su humildad, paciencia y constancia durante el desarrollo de mi vida personal y profesional.

A mi esposo por impulsarme a seguir adelante y creer en mis capacidades.

A mi asesor Mg. Ing. Juan Carlos Flores Cerna por haber contribuido en el desarrollo de mi investigación.

Keilly Clarisa Calla Cacho

A Dios por darme vida y fortaleza

A mis padres por sus palabras de aliento, me ayudaron a crecer como persona y luchar por lo que quiero; gracias por enseñarme valores que me han llevado a alcanzar mis metas.

Los quiero mucho.

A mi asesor, por el tiempo dedicación y paciencia de mi tesis.

A ti a mi hija, por el apoyo, comprensión, confianza en momentos difíciles.

María Catalina Castrejón Chávez

TABLA DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	11
1.1. Realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema.....	31
1.3. Objetivos.....	31
1.3.1. Objetivo general	31
1.3.2. Objetivos específicos	31
1.4. Hipótesis	32
1.4.1. Hipótesis general	32
1.4.2. Hipótesis específicas.....	32
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	33
2.1. Tipo de investigación	33
2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos).....	33
2.2.1. Población	33
2.2.2. Muestra	33
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	34
2.3.1. Materiales	34
2.3.2. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	34

2.3.3. Métodos	37
2.4. Procedimiento	38
2.4.1. Procedimientos en gabinete	38
2.4.2. Procedimientos en campo	44
2.4.3. Procedimiento en laboratorio.....	50
CAPÍTULO III. RESULTADOS	51
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	76
REFERENCIAS	92
ANEXOS	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estándares de Calidad Ambiental para el agua – Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.	22
Tabla 2 Estándares de calidad ambiental para el agua – aguas superficiales destinadas para recreación.....	25
Tabla 3 Límites Máximos Permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos..	26
Tabla 4 Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica.....	27
Tabla 5 Interpretación de la calificación ICA.....	30
Tabla 6 Coordenadas de referencia de los manantiales.	33
Tabla 7 Instrumento de registro de identificación de punto de muestreo.....	35
Tabla 8 Instrumento de recolección de datos en campo.	36
Tabla 9 Instrumento de etiquetado de muestras en campo.	37
Tabla 10 Coordenadas de referencia de la zona de estudio.	38
Tabla 11 Tramos de acceso a la zona de estudio y tipo de vía.	40
Tabla 12 Tramos de acceso a la zona de estudio y tiempo de viaje.	40
Tabla 13 Coordenadas de referencia de los manantiales	42
Tabla 14 Población del Centro poblado Chin chin – Tres cruces.....	43
Tabla 15 Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos seleccionados.....	44
Tabla 16 Identificación de punto de monitoreo N°1.	45
Tabla 17 Identificación de punto de monitoreo N°2.	46
Tabla 18 Detalle de muestreo para el punto de monitoreo 1.	48
Tabla 19 Detalle de muestreo para el punto de monitoreo 2.	49
Tabla 20 Codificación de muestras.....	50
Tabla 21 Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - junio 2019.....	51
Tabla 22 Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - agosto 2019	52

Tabla 23 Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - setiembre 2019.	53
Tabla 24 Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - noviembre 2019.....	54
Tabla 25 Obtención de promedio y desviación estándar de datos del primer punto de muestreo.	55
Tabla 26 Obtención de promedio y desviación estándar de datos del primer punto de muestreo.	57
Tabla 27 Parámetros que se encuentran por encima de los ECA (2017).....	74
Tabla 28 Cálculo de ICA para los dos puntos de monitoreo.	75
Tabla 29 Interpretación de la calificación ICA.....	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación política de la zona de estudio.....	39
Figura 2 Accesibilidad a la zona de estudio	41
Figura 3. Ubicación de los manantiales monitoreados	42
Figura 4. Resultados de pH en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	59
Figura 5. Resultados de conductividad en manantial 1 y 2 vs ECA 2017.....	60
Figura 6. Resultados de sólidos totales disueltos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	61
Figura 7. Resultados de sólidos totales disueltos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	62
Figura 8. Resultados de cloro en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	63
Figura 9. Resultados de sulfatos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017.....	64
Figura 10. Resultados de hierro en manantial 1 y 2 vs ECA 2017.....	65
Figura 11. Resultados de cobre en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	66
Figura 12. Resultados de cromo en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	67
Figura 13. Resultados de nitritos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	68
Figura 14. Resultados de nitratos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	69
Figura 15. Resultados de aluminio en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	70
Figura 16. Resultados de coliformes fecales en manantial 1 y 2 vs ECA 2017	71
Figura 17. Resultados de coliformes totales en manantial 1 y 2 vs ECA 2017.....	72
Figura 18. Manantial N°1	95
Figura 19.condiciones visuales del manantial N°1.....	95
Figura 20. Manantial N°2.....	96
Figura 21. Condiciones visuales del manantial N°2.....	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de los manantiales de consumo humano en el centro poblado Chin Chin Tres Cruces, Cajamarca 2019; con diseño aplicado, no experimental de tipo descriptivo, comparativo de carácter longitudinal. Las técnicas de recolección de datos usadas fueron la observación y el análisis documental, las muestras fueron recolectadas de dos manantiales subterráneos que proveen agua a los pobladores de la zona de estudio utilizando el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales según ANA (2016)., Las muestras se tomaron de dos manantiales los cuales consisten en dos cuerpos receptores ubicados en la parte alta y un cuerpo receptor en la parte baja. Los parámetros analizados fueron pH, Conductividad, Sólidos totales disueltos, Cloro, Hierro, Plomo, Arsénico, Cobre, Nitrito, Nitrato, Aluminio, Coliformes fecales, Coliformes Termo tolerante. Se llegó a la conclusión que, el agua de los dos manantiales presenta una calidad de tipo mala con valores de 36.97 para el manantial N°1 y 39.65 en el manantial N°2 según el D.J. N°068-2018-ANA. En la cual es necesario un tratamiento convencional de potabilización para su consumo según los Estándares de Calidad Ambiental.

Palabras clave: Calidad, manantial, ECA, ICA.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the physicochemical and microbiological quality of the springs for human consumption in the Chin Chin Tres Cruces populated center, Cajamarca 2019; with applied, non-experimental, descriptive, longitudinal comparative design. The data collection techniques used were observation and documentary analysis, the samples were collected from two underground springs that provide water to the residents of the study area using the National Protocol for Quality Monitoring of Surface Water Resources according to ANA (2016)., Samples were taken from two springs which consist of two receiving bodies located in the upper part and one receiving body in the lower part. The parameters analyzed were pH, Conductivity, Total dissolved solids, Chlorine, Iron, Lead, Arsenic, Copper, Nitrite, Nitrate, Aluminum, Fecal coliforms, Coliforms Thermo tolerant. It was concluded that the water of the two springs has a bad type quality with values of 36.97 for the spring No. 1 and 39.65 in the spring No. 2 according to D.J. No. 068-2018-ANA. In which a conventional treatment of purification is necessary for its consumption according to the Environmental Quality Standards

Keywords: Quality, groundwater, ECA, ICA.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El agua subterránea representa una fracción importante de la cantidad total de agua presente en los continentes y se aloja en acuíferos bajo la superficie del planeta Tierra, abasteciendo a una tercera parte de la población mundial y es equivalente a un embalse o presa en función al abastecimiento hídrico, del que se puede extraer agua de buena calidad, utilizable para el suministro público. (ANA, 2016)

Este recurso tiene un importante valor intrínseco desde el punto de vista medio ambiental, que sirve para mantener un determinado nivel de flujo en ríos y humedales, actuando como reequilibrador en periodos de sequías. (Sánchez, 2013)

A diferencia del agua superficial, que ha tenido un intenso desarrollo en gran parte del mundo durante muchos años, el agua subterránea permaneció hasta hace menos de un siglo, como un recurso poco conocido. A partir del siglo XX, la extracción de agua subterránea se intensificó alrededor de todo el mundo, debido al incremento poblacional, asociado a las múltiples actividades humanas. (Sánchez, 2013)

En la actualidad el agua subterránea está bajo presiones crecientes como consecuencia del crecimiento de la población, el establecimiento de asentamientos humanos en zonas no adecuadas y su explotación incorrecta, lo cual origina varios problemas de contaminación.

La contaminación en ocasiones llega a acuíferos por la actividad humana, por otro lado, la contaminación puede deberse a factores naturales, es por ello que es de difícil gestión, por su sensibilidad a la contaminación y a la sobreexplotación.

La circulación del agua subterránea es lenta, por lo que el transporte de contaminantes desde el lugar donde se producen tarda mucho tiempo. Esto significa que una

contaminación producida varias décadas antes puede seguir poniendo en peligro la calidad de las aguas subterráneas. (ANA, 2016)

Con la finalidad de brindar a los pobladores de Chin Chin - Tres Cruces el Estándar de Calidad del Agua que usan para consumo humano, aseo personal, lavar alimentos, preparar alimentos, agricultura y bebida de animales, se realizó la evaluación y determinación de los parámetros calidad de agua subterránea, realizando los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para el cumplimiento con los Límites Máximos Permisibles del D.S N° 004-2017-MINAM.

Antecedentes.

Internacional.

Sánchez, J., Álvarez, T., Pacheco, J., Carrillo, L., y González, R. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México.

Este estudio se llevó a cabo con la finalidad de conocer el estado de la calidad del agua subterránea del acuífero sur de Quintana Roo, seguido de intentos por investigar la distribución espacial y temporal de los parámetros fisicoquímicos para identificar las zonas con mejor potencial aptas para consumo humano. Para este propósito se aplicaron en conjunto el Índice de Calidad del Agua (ICA) y los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Los datos estudiados corresponden a las temporadas de lluvias de los años 2002 y 2012. Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron pH, temperatura (T°), sólidos totales disueltos (SDT), dureza total, sodio (Na^{+1}), sulfatos (SO^{-4}), cloruros (Cl^{-}) y nitratos (NO_3).

En la interpretación de los resultados se emplearon estadísticos descriptivos y mapas de distribución espaciotemporal de concentraciones, así como el valor del ICA. Los resultados denotaron condiciones de heterogeneidad espacial en las concentraciones de los iones analizados a través del medio acuífero, debido a la propia geología del

lugar; procesos, como la disolución de minerales de rocas carbonatadas, dolomías y evaporitas; mezcla de agua dulce-marina y una posible contaminación antropogénica, principalmente por aguas residuales domésticas y el uso de fertilizantes. Los constituyentes químicos que excedieron el límite permisible de la NOM-127-SSA1-1994 fueron: STD (22% en 2002, y 42% en 2012); dureza total (60%); Na⁺ (9.8%); Cl⁻ (9.9%), y NO₃⁻ (3%, 2012). El ICA demostró que la calidad química del agua subterránea para consumo humano es aceptable para la mayoría de los sitios estudiados.

Gutiérrez, J., Marín, J., y Paris, M. (2018). Calidad de agua subterránea en el sector centro Occidental del Municipio Miranda (Estado Zulia, Venezuela).

Desde hace pocos años los organismos competentes en Venezuela han iniciado la evaluación de los acuíferos subterráneos, para conocer la cantidad y calidad del agua disponible. Sin embargo, en muchas regiones remotas del país no existe información alguna con relación a estas fuentes de abastecimiento. El objetivo de este trabajo consistió en describir la calidad del agua de 32 pozos profundos del sector centros occidentales del municipio Miranda del estado Zulia (Venezuela), destinados a uso doméstico y/o riego. Se realizaron tres muestreos con una frecuencia de dos meses, incluyendo pozos comunitarios (público) y de uso privado. Se analizaron los siguientes parámetros de acuerdo con los métodos estándares: pH, color aparente, turbidez, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, cloruro, sulfato, sodio, dureza total, hierro total, manganeso total, bacterias coliformes totales y fecales, y metales traza. Los resultados indican que las aguas subterráneas del sector centro occidental del municipio Miranda, pueden considerarse aguas subtipo 1C, de acuerdo con la legislación venezolana, pudiendo ser adecuadas para uso doméstico y/o riego, luego de su acondicionamiento por procesos de potabilización no convencionales.

Nacional.

Huamán Arapa, M. (2015). Evaluación de la calidad del agua subterránea para consumo humano en el pueblo Cerrito San Juan, distrito de Socabaya, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa.

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de brindar a los pobladores de Cerrito San Juan en estudio integral físico, químico y microbiológico del agua subterránea, para que a partir de este permita que las autoridades inviertan en un proyecto de desarrollo sustentable, ya que está orientada en beneficio hacia la población, como es de brindar agua para consumo humano, mejorando de esta manera el servicio del agua, así como el bienestar de los habitantes de esta zona. Tiene como objetivo principal evaluar la calidad del agua subterránea para consumo humano en el Pueblo Carrito San Juan del Distrito de Socabaya, Provincia de Arequipa, Departamento de Arequipa. Se analizaron los siguientes parámetros: Temperatura, potencias de hidrógeno turbiedad, conductividad, sólidos disueltos totales, dureza, sulfatos, cloruros, cobre, manganeso, fierro, coliformes totales, coliformes fecales. Llegando a la conclusión que requiere de un tratamiento sencillo a fin de cumplir con la norma Límites Máximos Permisibles para asegurar que sea apta para el consumo humano. En cuanto al abastecimiento es satisfactorio debido al caudal que presenta.

Apolinario, B., y Araujo M. (2018). Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos en los distritos de Callería y Yarinacocha, provincia Coronel Portillo, departamento Ucayali, 2017.

En el presente estudio de investigación se evaluó la calidad de agua subterránea en 12 asentamientos humanos, las áreas de estudio comprenden los Distritos de Calleria, con una superficie total de 10 937.62 Km², y el Distrito de Yarinacocha, con una superficie total de 197.81 Km²; en la Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali; el

estudio se realizó entre los meses de agosto y setiembre; se tomó en cuenta la accesibilidad física a los pozos y las fuentes de contaminación. La investigación se realizó siguiendo el protocolo de los métodos de análisis de parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos establecidos para aguas en el laboratorio de la empresa Emapacop S.A. Los parámetros estudiados fueron: pH, temperatura, conductividad, sólidos totales disueltos, turbiedad, color, hierro, coliformes termotolerantes y coliformes totales. Los análisis fisicoquímicos mostraron que de algunos de los 12 pozos los valores sobrepasaron el límite máximo permisibles establecidos en el D.S. N°031-2010-S. A, las propiedades de los parámetros tales como turbiedad, color y hierro. Los análisis Microbiológicos mostraron que 9 pozos no cumplieron el límite máximo permisible en coliformes totales y que 8 pozos no cumplieron el límite máximo permisible en coliformes termotolerantes establecidos en el D.S. N°031-2010-S. A, siendo el pozo 7 el que registró altos valores en coliformes totales y termotolerantes 138UFC/100 mL y 106 UFC/100 mL respectivamente, es decir que el agua subterránea se encuentra contaminada. En relación a las fuentes de contaminación, solo en 7 asentamientos humanos se identificaron letrinas, pozos sépticos y caños naturales que son empleados como canales de aguas negras y grises.

Local

Flores Cerna, J. (2016). Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca.

La presente investigación tuvo como propósito determinar las características fisicoquímicas y bacteriológicas de las aguas subterráneas de las zonas aledañas de la Universidad Nacional de Cajamarca. De las dos zonas que se tomaron en cuenta para la toma de muestras, una corresponde al predio del señor Pedro Cerquín Mestanza, el

cual está ubicado en la zona denominada Ajoscancha Baja, cuyas coordenadas UTM son 17M 766285,90m E y la otra al predio del señor Segundo Aquino Quiroz, en el Barrio San Martín, cuyas coordenadas UTM son 17M 777618,78m E. Los resultados obtenidos después de la evaluación fisicoquímica y bacteriológica, indicaron que en el caso de las muestras de aguas sin ebullición de la zona de Ajoscancha Baja, los coliformes totales en marzo, el hierro y los nitratos en diciembre y los fosfatos en los meses de muestreo superaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA); mientras que en la zona San Martín sólo los nitratos en diciembre y los fosfatos en los meses de muestreo superaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA).; para el caso de las muestras de aguas con ebullición, tanto en la zona de Ajoscancha Baja y San Martín, los fosfatos en marzo y junio, los nitratos en los meses de muestreo y el hierro en diciembre superaron el Estándar de Calidad Ambiental (ECA). Asimismo, según la OMS las aguas subterráneas de ambas zonas, con y sin ebullición, son aguas muy duras, esto hace que el consumo de dichas aguas constituya un factor de riesgo para los consumidores de estas aguas; y, según la evaluación, las aguas subterráneas de ambas zonas, se encuentran dentro de las subcategorías A2 y A3 de los Estándares de Calidad Ambiental para el agua.

Definiciones conceptuales.

Calidad del agua.

Calidad del agua es un término usado para describir las características químicas, físicas y biológicas del agua. La calidad del agua depende principalmente del uso que se le va a dar (USGS, 2017).

El problema de la calidad de agua es tan importante como aquellos relativos a la escasez de la misma, sin embargo, se le han brindado menos atención. El término calidad de agua se refiere al conjunto de parámetros que indican que el agua puede ser

usada para diferentes propósitos como: doméstico, riego, recreación e industria. La calidad del agua se define como el conjunto de características del agua que pueden afectar su adaptabilidad a un uso específico, la relación entre esta calidad del agua y las necesidades del usuario. También la calidad del agua se puede definir por sus contenidos de sólidos y gases, ya sea que estén presentes en suspensión o en solución (Mendoza 1996).

La evaluación de la calidad del agua es un proceso de enfoque múltiple que estudia la naturaleza física, química y biológica del agua con relación a la calidad natural, efectos humanos y acuáticos relacionados con la salud (Bethemont, J., 1980).

El análisis de cualquier agua revela la presencia de gases, elementos minerales, elementos orgánicos en solución o suspensión y microorganismos patógenos. Los primeros tienen origen natural, los segundos son procedentes de las actividades de producción y consumo humano que originan una serie de desechos que son vertidos a las aguas para su eliminación (Bethemont, J., 1980).

La contaminación causada por efluentes domésticos e industriales, la deforestación y las malas prácticas de uso de la tierra, están reduciendo notablemente la disponibilidad de agua. En la actualidad, una cuarta parte de la población mundial, que principalmente habita en los países en desarrollo, sufre escasez severa de agua limpia, lo que provoca que haya más de diez millones de muertes al año producto de enfermedades relacionadas a la contaminación hídrica (OPS 2000).

Muchas de las actividades humanas contribuyen a la degradación del agua, afectando su calidad y cantidad. Entre las causas de mayor impacto a la calidad del agua en las cuencas hidrográficas de mayor importancia, está el aumento y concentración de la población, actividades productivas no adecuadas, presión sobre el uso inadecuado, mal uso de la tierra, la contaminación del recurso hídrico con aguas servidas domésticas

sin tratar, por la carencia de sistemas adecuados de saneamiento, principalmente en las zonas rurales. De igual manera, la contaminación por excretas humanas representa un serio riesgo a la salud pública (OMS 2000).

Importancia de la calidad del agua.

Cada vez la disponibilidad de agua para consumo humano es menor, debido al crecimiento poblacional, incremento en el consumo per cápita, contaminación de las fuentes de agua en general y al manejo inadecuado de las cuencas hidrográficas (Randulovich, 1997).

El peligro de que ciertos elementos solubles se incorporen al agua, y aún más peligroso, si estos elementos están en contacto directo con estas fuentes de agua, provocarán enfermedades en la salud pública. Las implicaciones de consumir agua contaminada son muchas: En el contexto de la salud pública se establece que aproximadamente un 80% de todas las enfermedades y más de una tercera parte de las defunciones en los países en vías de desarrollo tienen principal causa la ingestión del agua contaminada. Se estima que el 70% de la población que vive en áreas rurales de países en desarrollo, está principalmente relacionada con la contaminación de agua por heces fecales (OPS 2000).

Lo anterior tiene una estrecha relación con la escorrentía superficial, una forma de contaminación difusa o no localizada. La contaminación por fuentes no localizadas contribuye significativamente con niveles altos de agentes patógenos en las fuentes de aguas superficiales, especialmente por coliformes fecales de origen humano y animal. En este sentido, un suministro seguro de agua para uso potable en cantidad, calidad y continuidad, contribuye a la reducción de la probabilidad de enfermedades transmitidas por la vía fecal y oral (OPS 2000).

El agua subterránea en el Perú.

En forma paradójica, las aguas subterráneas son casi desconocidas y están prácticamente inexploradas en el Perú. La evaluación de los recursos hidrológicos subterráneos es muy escasa, habiéndose efectuado algunos estudios en la región Costa mayoritariamente, siendo estos en: Tumbes, Alto Piura-Huanacabamba, Motupe-Olmos-La Leche, Chancay-Lambayeque, Chicama, Moche-Viru-Chao, Santa-Lacramarca, Pucallpa, Nepeña-Casma-Huarmey, Chancay-Huaral, Mala-Omas-Cañete, Chíncha-Pisco, Ica, Palpa-Nazca, Acari-Yauca-Puquio y Tacna. Además, se han realizado estudios de aguas subterráneas con diversos fines, algunos de estos estudios realizados por el IPEN (Instituto Peruano de Energía Nuclear) son los siguientes (MINAM, 2012):

- Hidrodinámica del acuífero de Lima, en donde se determinaron los tiempos de residencia de las aguas subterráneas y se delimitó las áreas de recarga provenientes de los Ríos Rímac y Chillón.
- Origen de aguas del Túnel Graton, habiéndose determinado que parte importante de esta agua proviene de la cuenca alta del río Mantaro y que las aguas del Túnel no están conectadas con el río Blanco.
- Determinación de los tiempos de residencia y mecanismo de recarga del acuífero de Lima – sector río Chillón.
- Estudio hidrológico del Altiplano Sur, lográndose determinar los tiempos de residencia de las aguas subterráneas y su interrelación con aguas de lagunas, ríos y lluvia de la zona, asimismo se desarrolló una primera hipótesis de la hidrodinámica de los acuíferos regionales Capillune y Maure.

- Estudio del Potencial geotérmico del Altiplano Sur, donde se determinó que las temperaturas de las aguas termales de la zona de Borateras son lo suficientemente altas para su explotación con fines energéticos.
- Estudio del origen de filtraciones de agua en túneles de conducción en la central hidroeléctrica Charcani-VI
- Estudio de velocidad y dirección de flujo de aguas subterráneas en la presa Yuracmayo.
- Determinación de pérdidas en el túnel de aducción de la Central Hidroeléctrica Charcani V.
- Estudio del origen de aguas del manantial “Morro de Arica” en Cañete.

El agua subterránea tiene su propio ciclo hidrogeológico, así como sus mecanismos de recargas, que muchas veces pueden tardar miles de años, lo cual representa un recurso valioso y potencialmente útil, pero a la vez frágil, este recurso usado adecuadamente puede representar un gran impulso al desarrollo de las actividades económicas del país (MINAM, 2012).

Calidad del agua subterránea.

Debido a que el agua subterránea se mueve a través de las rocas y la tierra del subsuelo, puede fácilmente disolver sustancias durante este movimiento. Por dicha razón, el agua subterránea muy frecuentemente puede contener más sustancias que las halladas en el agua superficial (MINAM, 2012).

La contaminación del agua puede definirse como la modificación de las propiedades físicas, químicas o biológicas que restringen su uso. Las sustancias que modifican la calidad del agua de los acuíferos se dividen en (MINAM, 2012):

- Sustancias presentes en la naturaleza.
- Sustancias producidas por las actividades del hombre (antropogénicas).

Dentro de las primeras se encuentran: arsénico, flúor y elementos radiactivos, entre otros; mientras que en las segundas se incluyen bacterias, virus, nitratos, orgánicos sintéticos e hidrocarburos (solventes, pesticidas, etc.) y metales pesados (MINAM, 2012).

Las fuentes de contaminación se pueden originar en la superficie del terreno, por ejemplo, la agricultura; en el subsuelo por arriba del nivel freático, por ejemplo, basureros a cielo abierto; y en el subsuelo por debajo del nivel freático, como es el caso de pozos abandonados (MINAM, 2012).

Los acuíferos costeros pueden contaminarse por intrusión salina y las fosas sépticas son, quizá, las fuentes de aguas residuales que más contribuyen a la contaminación del agua subterránea (MINAM, 2012).

Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA - Agua).

Para conocer el grado de calidad de las aguas, independientemente del posible uso al que vayan a ser destinadas, se parte de la toma de muestras para la obtención de una serie de parámetros e indicadores. Estos datos, analizados y procesados, posteriormente se convierten en un valor numérico, que permite obtener una serie de índices que determinan el estado general de las aguas en función de unos rangos de calidades establecidos (MINAM, 2012).

Tabla 1

Estándares de Calidad Ambiental para el agua – Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable.

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS - QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100(a)	**
Conductividad	(μ S/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Química de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DBO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fosforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOQUÍMICOS				
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico	Ausencia de material flotante de origen antrópico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco - N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	5,5 - 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
MICROBIOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	20	2 000	20 000

Nota 1:

(b) Después de la filtración simple

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3^- \text{N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).

(d) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_2^- \text{N}$), multiplicar el resultado por el factor 3.28 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_2^-).

Fuente: ECA (2017).

Tabla 2.

Estándares de calidad ambiental para el agua – aguas superficiales destinadas para recreación.

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FÍSICOQUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,023
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Química de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DBO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 - 9,0	**
Sulfatos	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	200	1 000

Nota 2:

UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

NMP/100 ml: Numero más probable en 100 ml.

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.

Fuente: ECA (2017).

Calidad de agua para consumo humano

Es toda agua inocua para la salud que cumple los siguientes parámetros de calidad establecidos (DIGESA, 2010)

Tabla 3.

Límites Máximos Permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos.

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Antimonio	mg/L	0,020
Arsénico	mg/L	0,010
Bario	mg/L	0,700
Boro	mg/L	1,500
Cadmio	mg/L	0,003
Cianuro	mg/L	0,070
Cloro	mg/L	5
Clorito	mg/L	0,7
Clorato	mg/L	0,7
Cromo total	mg/L	0,050
Flúor	mg/L	1,000
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,020
Nitratos	mg/L	50,0
Nitritos	mg/L	3,00 exposición corta 0,20 exportación larga

Parámetros Inorgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Plomo	mg/L	0,010
Selenio	mg/L	0,010
Molibdeno	mg/L	0,07
Uranio	mg/L	0,015

Fuente: DIGESA (2010).

Tabla 4

Límites Máximos Permisibles de parámetros de calidad organoléptica.

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
Sólidos disueltos totales	mg/L	1 000
Cloruros	mg/L	250
Sulfatos	mg/L	250
Dureza total	mg/L	500
Amonio	mg/L	1,5
Hierro	mg/L	0,3
Manganeso	mg/L	0,4
Aluminio	mg/L	0,2
Cobre	mg/L	2,0
Zinc	mg/L	3,0

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Sodio	mg/L	200

USV = unidad de color verdadero

UNT = unidad nefelométrica de turbiedad

Fuente: DIGESA (2010).

Método para determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA)

Para la determinación del Índice de Calidad del Agua se aplica la fórmula canadiense que comprende 3 factores (alcance, frecuencia y amplitud), lo que resulta del cálculo matemático un valor único (entre 0 a 100), que va representar y describir el estado de la calidad del agua en un punto de monitoreo, un curso de agua, un río o cuenca. (ANA, 2018).

La definición de estos 3 factores se describe a continuación:

F1-Alcance: Representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECA- Agua) vigente, respecto al total de parámetros a evaluar. (ANA, 2018)

$$F_1 = 100 * \frac{\text{Número de parametros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$$

F2-Frecuencia: Representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental de los Estándares de Calidad Ambiental para el Agua (ECA-Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos). (ANA, 2018)

$$F_2 = 100 * \frac{\text{Número de parametros que no cumplen los ECA – Agua de los datos evaluados}}{\text{Número total de datos evaluados}}$$

Donde:

Datos = Resultados de los monitoreos

F3. Amplitud: Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos. (ANA, 2018)

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA - Agua. (ANA, 2018)

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA - Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera (ANA, 2018):

$$\text{Excedente 1} = \frac{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA} - \text{agua}}{\text{Valor establecido del parámetro ECA} - \text{agua}} - 1$$

$$\text{Excedente 2} = \frac{\text{Valor establecido del parámetro ECA} - \text{agua}}{\text{Valor del parámetro que no cumple el ECA} - \text{agua}} - 1$$

Donde: la suma normalizada de excedentes (nse):

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excedente}_i}{\text{total de datos}}$$

$$F_3 = 100 * \frac{\text{suma normalizada de excedentes}}{\text{suma normalizada de excedente} + 1}$$

Una vez obtenido los valores de los factores (F_1 , F_2 , F_3), se procede a realizar el cálculo de Índice de Calidad de Agua (ICA): que es la diferencia de un rango de 0 a 100, siendo 100 el valor que representa un ICA de excelente calidad y 0 el valor que representa un ICA de mala calidad, la diferencia se realiza con el valor que viene dado por la raíz cuadrada del promedio de la suma de los cuadrados de los 3 factores, F_1 , F_2 y F_3 , se expresa en la siguiente ecuación. (ANA, 2018)

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right)$$

Tabla 5

Interpretación de la calificación ICA.

CCME_WQI	Calificación	Interpretación
95 -100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados.
80 - 94	Buena	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daño.
65-79	Favorable	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45-64	Regular	La calidad del agua no cumple los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
0-44	Mala	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está dañada, casi siempre están amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento

Fuente: ANA (2018)

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es la calidad fisicoquímica y microbiológica de dos manantiales de consumo humano en el centro poblado Chin Chin Tres Cruces según D.S. N° 004-2017-MINAM?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de dos manantiales de consumo humano en el centro poblado Chin Chin Tres Cruces según D.J. N°068-2018-ANA.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar el pH, conductividad, sólidos totales, turbidez, cloruros, sulfatos, nitritos y nitratos en los manantiales N°1 y N°2 del centro poblado Chin Chin – Tres cruces, Cajamarca.

Determinar la concentración de hierro, cobre, aluminio en los manantiales N°1 y N°2 del centro poblado Chin Chin – Tres cruces, Cajamarca.

Determinar la concentración de los coliformes termo tolerantes y coliformes totales en los manantiales N°1 y N°2 del centro poblado Chin Chin – Tres cruces, Cajamarca.

Comparar los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) según D.S. N° 004-2017-MINAM del agua y los Límites Máximos Permisibles (LMP) según D.S. N°031-2010-SA

Determinar el Índice de Calidad del Agua (ICA) de los puntos de monitoreo según D.J. N°068-2018-ANA.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

La calidad fisicoquímica y microbiológica de dos manantiales de consumo humano del Centro Poblado Chin Chin Tres Cruces según D.J. N°068-2018-ANA es aceptable.

1.4.2. Hipótesis específicas

El pH, la conductividad, sólidos totales, turbidez, cloruros, sulfatos y nitratos de la muestra de agua del centro poblado Chin Chin Tres Cruces se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles según D.S. N°031-2010-SA para el agua de consumo humano.

La concentración de Hierro, Cobre y Aluminio de la muestra de agua del centro poblado Chin Chin Tres Cruces se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles según D.S. N°031-2010-SA para el agua de consumo humano.

La concentración de coliformes termo tolerantes y coliformes totales de la muestra de agua del centro poblado Chin Chin Tres Cruces se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles según D.S. N°031-2010-SA para el agua de consumo humano.

Los resultados obtenidos comparados con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA – Agua) según D.S. N° 004-2017-MINAM y los Límites Máximos Permisibles (LMP) según D.S. N°031-2010-SA para agua de consumo humano, arrojan un resultado favorable que corresponde a una categoría 1 del tipo poblacional recreacional.

Según el Índice de Calidad del Agua (ICA) se obtiene un agua del tipo buena en la localidad Chin Chin tres Cruces según D.J. N°068-2018-ANA.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, dado que tiene el objetivo de poner en marcha propuestas prácticas de solución a partir de los resultados de calidad de aguas subterráneas obtenidos de la evaluación fisicoquímica y microbiológica; con un diseño No experimental, ya que no se tendrá el control premeditado de ninguna de las dos variables, del tipo descriptivo , comparativo pues se buscará determinar la incidencia de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos sobre la calidad de las aguas subterráneas del Centro poblado Chin Chin Tres Cruces y así proporcionar su el Índice de Calidad Ambiental.

De carácter Longitudinal pues se recaba datos en diferentes puntos espacio temporalmente definidos de junio a noviembre del 2019.

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

2.2.1. Población

Dos manantiales de monitoreo

2.2.2. Muestra

08 muestras de agua: 4 muestras del manantial N°1 y 4 muestras del manantial N°2.

Tabla 6

Coordenadas de referencia de los manantiales.

Punto	Este	Norte	Manantial
1	783640	9208165	M1
2	783486	9208142	M2

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Materiales

Botellas de plástico boca ancha de 1000 ml para muestras líquidas.

Guantes de látex

Mascarilla bucal

Etiquetas adhesivas de muestreo

Rotuladores

Caja de Tecnopor para muestras

Tablero y hojas de datos

Cámara fotográfica.

Papel toalla.

Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales según ANA (2016).

2.3.2. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.

Las técnicas de recolección de datos usadas son la Observación y el Análisis Documental.

Observación. Dado que se determinó a partir de la técnica de muestreo selectivo, la zona y el tiempo específico para recolectar la muestra de agua.

Análisis documental: Pues a partir de la evaluación de los parámetros físico químicos se obtuvo información documental para determinar la calidad ambiental de las aguas de consumo humano.

Para la identificación, recolección y codificación de muestras en gabinete se utilizó instrumentos como el anexo I, II y IV del Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de Recursos Hídricos Superficiales según ANA (2016).

Tabla 7

Instrumento de registro de identificación de punto de muestreo.

Anexo IV. Registro de identificación del punto de monitoreo

Nombre del cuerpo de agua
 Clasificación del cuerpo de agua

Código y Nombre de la cuenca o del cuerpo marino o costero - código

Identificación Del Punto:

Código del punto de monitoreo

Descripción:
(Origen / Ubicación)

Accesibilidad:

Representatividad:

Finalidad del monitoreo:

Reconocimiento del entorno:

Ubicación

Distrito	Provincia	Departamento
Localidad:	<input type="text"/>	

Coordenadas
(WGS 84)

Sistema de coordenadas

Proyección UTM

Norte/Latitud
Este/Longitud

<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Zona
Altitud

<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>

Geográficas

17,18,19; para UTM solamente
(metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)

Fotografía: tomada a un mínimo de 20 mts del punto de monitoreo

Elaborado por: _____

Fecha: _____

Fuente: ANA (2016).

Tabla 9

Instrumento de etiquetado de muestras en campo.

Anexo II. Etiqueta para muestra de agua			
Solicitante/cliente:			
Nombre de laboratorio:			
Código de punto de monitoreo:			
Tipo de cuerpo de agua:			
Fecha de muestreo:		Hora:	
Muestreado por:			
Parámetro requerido:			
Preservada:	Si	No	Tipo de reactivo:

Fuente: ANA (2016)

2.3.3. Métodos

Metodología para la recolección de muestras de agua.

Para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, las muestras fueron recolectadas de dos manantiales subterráneos que proveen agua a los pobladores de la zona, que consiste en dos pozos de los manantiales ubicados en la parte alta y un manantial en la parte baja. Son sitios de la red de muestreo establecida previamente por los investigadores. Se utilizarán frascos estériles de 1000 ml y las muestras se transportarán hasta el Laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca.

Metodología para análisis de resultados

Se organizaron los resultados de laboratorio en diagramas de barras, los resultados fueron obtenidos del laboratorio de Salud Ambiental del Gobierno Regional de Cajamarca, y se determinó mediante el análisis estadístico el porcentaje de variación y varianza de los datos recolectados para determinar la

variabilidad de la variable. Se correlacionó los resultados con los Estándares de Calidad Ambiental del agua para consumo humano con el D.S. 004-2017-MINAM, y se calculó el ICA para determinar el tipo de agua con el que se cuenta.

2.4. Procedimiento

2.4.1. Procedimientos en gabinete

Etapa 01. Ubicación de la zona de estudio y elección de los puntos de muestreo.

Ubicación política

La zona de estudio se encuentra ubicada políticamente en el departamento de Cajamarca, provincia de Cajamarca, distrito de Los Baños del Inca

Ubicación geográfica

Geográficamente la zona de estudio se encuentra ubicada bajo las siguientes coordenadas de referencia que enmarcan los 2 manantiales en los que se realizó el muestreo.

Tabla 10

Coordenadas de referencia de la zona de estudio.

Punto	Este	Norte
1	783363	9208308
2	783755	9208308
3	783363	9207998
4	783755	9207998

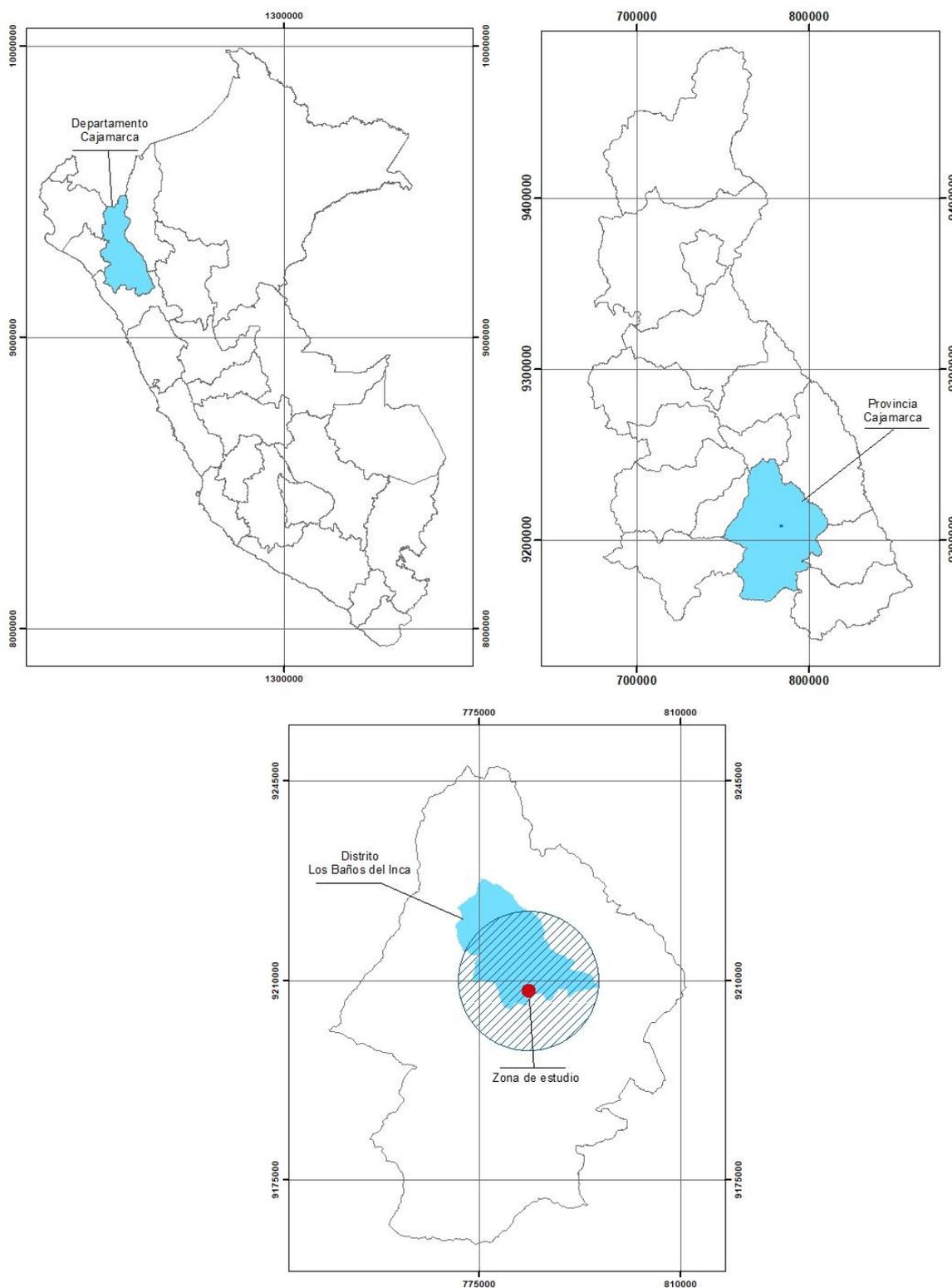


Figura 1. Ubicación política de la zona de estudio

Para la elección de los puntos de muestreo se tuvo en cuenta la accesibilidad, capacidad de transporte de muestras y la autorización de la comunidad para realizar el muestreo, además de efectos en la salud que presentan los pobladores.

Accesibilidad

La accesibilidad a la zona de estudio se realiza haciendo uso de la carretera pavimentada de Cajamarca a La Encañada, con un tiempo de viaje aproximado de 50 minutos.

Específicamente para acceder a la zona se tiene en cuenta los siguientes tramos.

Tabla 11

Tramos de acceso a la zona de estudio y tipo de vía.

Punto de referencia		Tipo de vía
Cajamarca	Baños del Inca	Pavimentada
Baños del inca	Puyllucana	Pavimentada
Puyllucana	Chin Chin - Tres Cruces	Pavimentada
Chin Chin - Tres Cruces	Manantiales	Camino de herradura

Tabla 12

Tramos de acceso a la zona de estudio y tiempo de viaje.

Punto de referencia		Tiempo de viaje motorizado
Cajamarca	Baños del Inca	15 min
Baños del inca	Puyllucana	15 min
Puyllucana	Chin Chin - Tres Cruces	20 min
Chin Chin - Tres Cruces	Manantiales	10 min

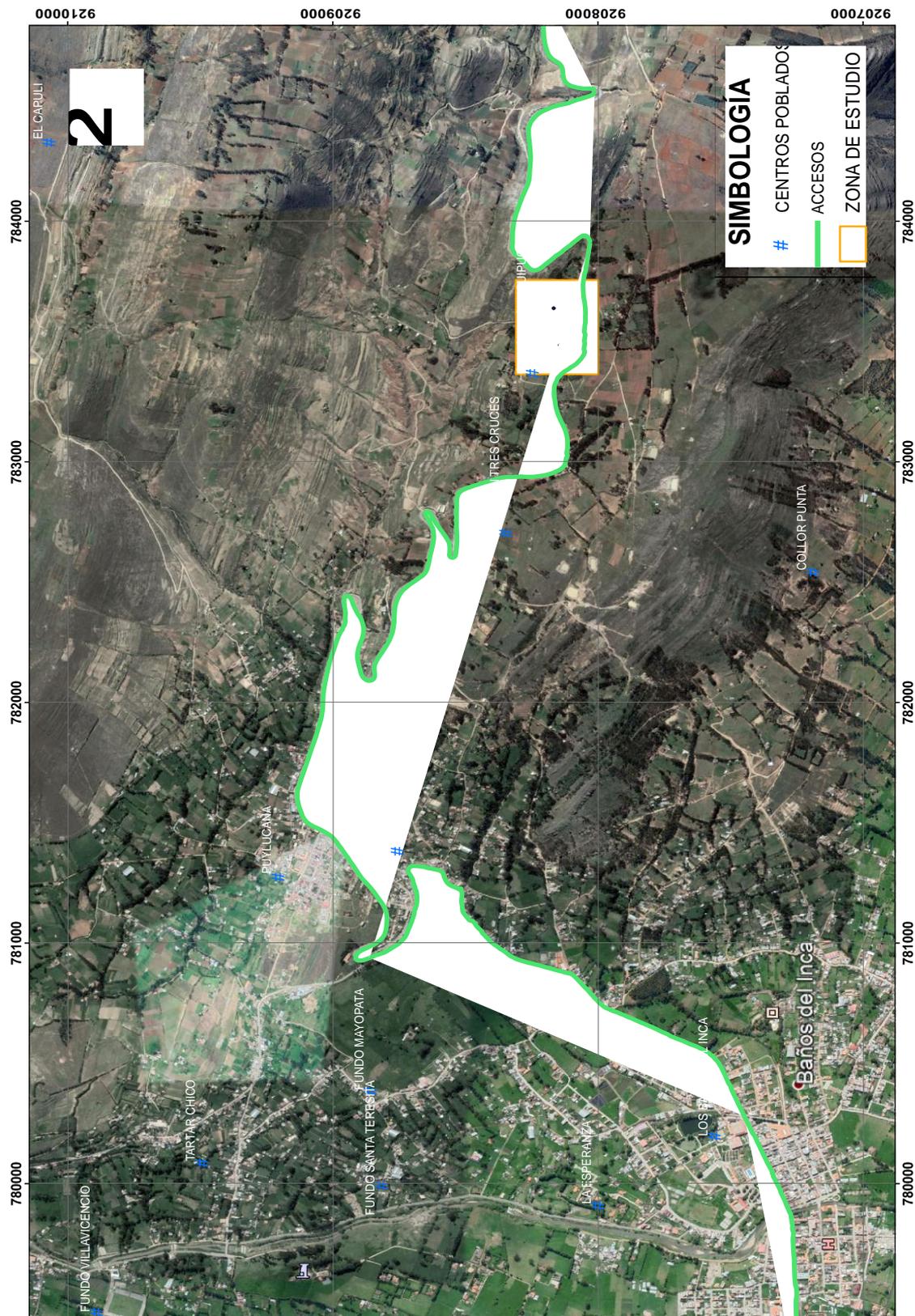


Figura 2 Accesibilidad a la zona de estudio

En la investigación se consideró 2 puntos de muestreo que corresponden a los 2 manantiales ubicados en el centro poblado Chin Chin - Tres Cruces.



Figura 3. Ubicación de los manantiales monitoreados

Tabla 13

Coordenadas de referencia de los manantiales

Punto	Este	Norte	Manantial
1	783640	9208165	M1
2	783486	9208142	M2

Población

El centro poblado de Chin Chin-Tres Cruces cuenta con 192 habitantes según INEI (2018), de las cuales 27 familias hacen uso del agua que se extrae de los dos manantiales

Tabla 14

Población del Centro poblado Chin chin – Tres cruces.

Código	Centro poblado	Población censada			Viviendas		
		Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
0054	Chin Chin Tres Cruces	192	94	98	112	89	23

Fuente: INEI (2018).

Etapa 02. Elección del tipo de muestreo

Según ANA (2016), se pueden obtener muestras simples, compuestas e integradas, pero para la presente investigación se consideró muestras del tipo simple, que consisten en muestras tomadas en un punto o lugar determinado para realizar análisis individuales.

Determinando de este modo las características hídricas puntuales en función de los Estándares de Calidad Ambiental

Etapa 03. Selección de parámetros

Los parámetros seleccionados según las necesidades básicas de consumo humano en la zona de Chin Chin – Tres cruces, serán:

Tabla 15

Parámetros fisicoquímicos y microbiológicos seleccionados.

Parámetro	Unidad de medida
pH	0-14 pH
Conductividad	uS/cm
Sólidos totales disueltos	mg/L
Cloro	mg/L
Sulfatos	mg/L
Hierro	mg/L
Plomo	mg/L
Arsénico	mg/L
Cobre	mg/L
Nitrito	mg/L
Nitrato	mg/L
Aluminio	mg/L
Coliformes fecales	mg/L
Coliformes Termo tolerante	mg/L

Fuente: DIGESA (2010).

2.4.2. Procedimientos en campo

Etapa 04. Reconocimiento del entorno

En el lugar de muestreo se realizó el reconocimiento del entorno y se indicó en las tablas 15 y 16 las características atípicas tales como: coloración anormal del agua, abundancia de algas o vegetación acuática, presencia de residuos, actividad humana, presencia de animales u otros factores que modifiquen las características naturales del cuerpo de agua.

Tabla 16

Identificación de punto de monitoreo N°1.

Nombre del cuerpo de agua	Manantial Chin Chin - Tres Cruces 1		
Clasificación del cuerpo de agua	Agua subterránea		
Identificación Del Punto:			
Código del punto de monitoreo	M1		
Descripción: (Origen / Ubicación)	Captación de agua para consumo humano Captación de manantial		
Accesibilidad:	10 minutos del centro poblado Chin Chin - Tres Cruces		
Representatividad:	Muestra de manantial		
Finalidad del monitoreo:	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos		
Reconocimiento del entorno:	Punto de muestreo ubicado a 10 minutos del centro poblado Chin Chin tres cruces, presenta una topografía suave con accesos de herradura a la zona de la captación		
Ubicación			
Distrito	Provincia	Departamento	
Los baños del inca	Cajamarca	Cajamarca	
Localidad:	Centro poblado Chin Chin - Tres cruces		
Coordenadas	Sistema de coordenadas	(WGS 84)	Proyección UTM
Norte/Latitud	9208165	Zona	17s
Este/Longitud	783640	Altitud	2945
Descripción del punto de monitoreo: En las zonas aledañas a la captación hay presencia de excremento de ganado, presencia de hojas, árboles y residuos sólidos como botellas y plásticos; en el agua de la captación se presenta una coloración verdosa del agua, no presenta olor, hay presencia de hojas y moscas.			

Tabla 17

Identificación de punto de monitoreo N°2.

Nombre del cuerpo de agua	Manantial Chin Chin - Tres Cruces 2		
Clasificación del cuerpo de agua	Agua subterránea		
Identificación Del Punto:			
Código del punto de monitoreo	M2		
Descripción: (Origen / Ubicación)	Captación de agua para consumo humano y bebida de animales Captación de manantial		
Accesibilidad:	10 minutos del centro poblado Chin Chin - Tres Cruces		
Representatividad:	Muestra de manantial		
Finalidad del monitoreo:	Análisis fisicoquímicos y microbiológicos		
Reconocimiento del entorno:	Punto de muestreo ubicado a 15 minutos del centro poblado Chin Chin tres cruces, presenta una topografía suave a accidentada con accesos de herradura a la zona de la captación		
Ubicación			
Distrito	Provincia	Departamento	
Los baños del inca	Cajamarca	Cajamarca	
Localidad:	Centro poblado Chin Chin - Tres cruces		
Coordenadas	Sistema de coordenadas	(WGS 84)	Proyección UTM
Norte/Latitud	9208142	Zona	17s; para UTM solamente
Este/Longitud	783486	Altitud	2946 (metros sobre el nivel del mar)
Descripción del punto de monitoreo: En las zonas aledañas a la captación hay presencia de excremento de ganado, presencia de hojas, árboles y residuos sólidos como botellas y plásticos; en el agua de la captación se presenta una coloración amarillenta, con presencia de hojas, presencia de grasa en la superficie, turbidez del agua, presencia de tierra en el fondo.			

Etapa 05. Toma de muestra

Antes de realizar la toma de datos se verificó el uso de guantes descartables, mandil, mascarilla, gorro y lentes de seguridad para realizar la manipulación de equipos de toma de muestra, recipientes, frascos de esta forma garantizar un muestreo exitoso y no generar la alteración de la muestra.

Para la toma de la muestra se ubicó en un punto seguro de fácil acceso y corriente homogénea, al costado de la captación.

Se colocó un frasco en el brazo muestreador, se ajustó y se retiró la tapa y contratapa sin entrar en contacto con la superficie interna del frasco.

Se sumergió el frasco hasta que este parcialmente lleno y se procede a enjuagar expulsando el agua fuera de la captación, a excepción de frascos en los que se midió parámetros microbiológicos.

Finalmente se sumergió el frasco a 20 o 30 cm dentro de la captación y se obtuvo la muestra.

El transporte de las muestras se dio por medio terrestre, no se utilizó ninguna aditivo pues el tiempo de transporte no superó 45 minutos de lugar de muestreo al laboratorio, el transporte de muestras se realizó haciendo uso de un cooler para la protección de la muestra.

Tabla 18

Detalle de muestreo para el punto de monitoreo 1.

Punto de monitoreo	Código de la muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora	Profundidad de muestreo
						Norte	Este	msnm			
M1	M1-1	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208165	783640	2945	25/06/2019	12:30	0.2cm
M1	M1-2	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208165	783640	2945	5/09/2019	12:00	0.25cm
M1	M1-3	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208165	783640	2945	9/09/2019	10:23	0.3cm
M1	M1-4	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208165	783640	2945	11/11/2019	11:35	0.25cm

Tabla 19

Detalle de muestreo para el punto de monitoreo 2.

Punto de monitoreo	Código de la muestra	Localidad	Distrito	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura	Fecha	Hora	Profundidad de muestreo
						Norte	Este	msnm			
M2	M2-1	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208142	783486	2946	25/06/2019	12:08	0.2cm
M2	M2-2	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208142	783486	2946	5/09/2019	11:50	0.25cm
M2	M2-3	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208142	783486	2946	9/09/2019	10:10	0.3cm
M2	M2-4	Chin Chin - Tres Cruces	Los Baños Del Inca	Cajamarca	Cajamarca	9208142	783486	2946	11/11/2019	11:35	0.25cm

Etapa 06. Codificación, etiquetado y transporte.

Las muestras recolectadas se rotularon con etiquetas autoadhesivas.

Para el etiquetado de las muestras se siguió el anexo II del ANA (2016).

Tabla 20

Codificación de muestras

Manantial	Código de manantial	Código de muestra	Numero de muestras
Manantial N°1	M1	M1-1	4
		M1-2	
		M1-3	
		M1-4	
Manantial N°2	M2	M2-1	4
		M2-2	
		M2-3	
		M2-4	

2.4.3. Procedimiento en laboratorio.

Etapa 07. Análisis y obtención de resultados fisicoquímicos y microbiológicos.

Las muestras fueron enviadas al Laboratorio de la Dirección Regional de Salud y se presenta a continuación los resultados:

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 21

Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - junio 2019.

Ensayos	Unidades	Manantial N° 1		Manantial N° 2	
		Resultado	LMP	Resultado	LMP
Ph	20°C	6.09	6.5-8.5	7.01	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	120.5	1500	222.2	1500
Sólidos totales disueltos STD	mg/L	59.13	1000	109.2	1000
Turbidez	UNT	1.72	5	0.99	5
Cloro	mg/L	0.28	0.5-1.0	0.22	0.5-1.0
Sulfatos SO4	mg/L	0.5	250	6	250
Hierro Fe	mg/L	0.585	0.3	0.54	0.3
Cobre Cu	mg/L	0.167	2	0.269	2
Cromo Cr	mg/L	0.014	0.05	0.009	0.05
Nitrito	mg/L	–	0.2	–	0.2
Nitrato	mg/L	2.8	50	0.3	50
Aluminio	mg/L	0.008	0.2	0.03	0.2
Coliformes fecales	(UFC/100mL) a 44.5°C	<1.8	<1.8	1.8	<1.8
Coliformes totales	(UFC/100mL) a 35°C	>1600	<1.8	>1600	<1.8

La tabla 20 muestra los resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del laboratorio, los resultados corresponden al primero muestreo realizado para dos manantiales de agua con fecha junio 2019

Tabla 22

Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - agosto 2019.

Ensayos	Unidades	Manantial N° 1		Manantial N° 2	
		Resultado	LMP	Resultado	LMP
Ph	20°C	8.19	6.5-8.5	7.67	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	227.1	1500	135	1500
Solidós totales disueltos STD	mg/L	111.5	1000	65.88	1000
Turbidez	UNT	1.1	5	21.9	5
Cloro	mg/L	–	0.5-1.0	–	0.5-1.0
Sulfatos SO4	mg/L	0.02	250	0.5	250
Hierro Fe	mg/L	0.073	0.3	1.157	0.3
Cobre Cu	mg/L	0.387	2	0.16	2
Cromo Cr	mg/L	0.033	0.05	0.009	0.05
Nitrito	mg/L	–	0.2	–	0.2
Nitrato	mg/L	1.9	50	3.1	50
Aluminio	mg/L	0.027	0.2	0.003	0.2
Coliformes fecales	(UFC/100mL) a 44.5°C	36	<1.8	49	<1.8
Coliformes totales	(UFC/100mL) a 35°C	390	<1.8	490	<1.8

La tabla 21 muestra los resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del laboratorio, los resultados corresponden al segundo muestreo realizado para los dos manantiales de agua con fecha agosto 2019

Tabla 23

Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - setiembre 2019.

Ensayos	Unidades	Manantial N° 1		Manantial N° 2	
		Resultado	LMP	Resultado	LMP
Ph	20°C	7.32	6.5-8.5	7.65	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	160.8	1500	230.9	1500
Sólidos totales disueltos STD	mg/L	78.59	1000	113.2	1000
Turbidez	UNT	20	5	1.5	5
Cloro	mg/L	–	0.5-1.0	–	0.5-1.0
Sulfatos SO4	mg/L	1.2	250	11.1	250
Hierro Fe	mg/L	1.14	0.3	0.059	0.3
Cobre Cu	mg/L	0.1	2	0.488	2
Cromo Cr	mg/L	0.008	0.05	0.005	0.05
Nitrito	mg/L	–	0.2	–	0.2
Nitrato	mg/L	0.04	50	2.1	50
Aluminio	mg/L	0.0070	0.2	0.0230	0.2
Coliformes fecales	(UFC/100mL) a 44.5°C	350	<1.8	<1.8	<1.8
Coliformes totales	(UFC/100mL) a 35°C	>1600	<1.8	94	<1.8

La tabla 22 muestra los resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del laboratorio, los resultados corresponden al segundo muestreo realizado para los dos manantiales de agua con fecha setiembre 2019.

Tabla 24

Resultado de análisis, fisicoquímico y microbiológico - noviembre 2019.

Ensayos	Unidades	Manantial N° 1		Manantial N° 2	
		Resultado	LMP	Resultado	LMP
Ph	20°C	7.2	6.5-8.5	7.44	6.5-8.5
Conductividad	uS/cm	169.47	1500	198.1	1500
Sólidos totales disueltos STD	mg/L	83.07	1000	96.1	1000
Turbidez	UNT	7.67	5	8.13	5
Cloro	mg/L	–	0.5-1.0	–	0.5-1.0
Sulfatos SO4	mg/L	0.571	250	5.867	250
Hierro Fe	mg/L	0.599	0.3	0.585	0.3
Cobre Cu	mg/L	0.218	2	0.306	2
Cromo Cr	mg/L	0.018	0.05	0.008	0.05
Nitrito	mg/L	–	0.2	–	0.2
Nitrato	mg/L	1.6	50	1.8	50
Aluminio	mg/L	0.0140	0.2	0.0187	0.2
Coliformes fecales	(UFC/100mL) a 44.5°C	193	<1.8	25.4	<1.8
Coliformes totales	(UFC/100mL) a 35°C	>1600	<1.8	292	<1.8

La tabla 22 muestra los resultados de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos del laboratorio, los resultados corresponden al tercer muestreo realizado para los dos manantiales de agua con fecha noviembre 2019.

Las tablas 24 y 25 muestran los resultados de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación en porcentaje de cada uno de los parámetros por punto de monitoreo.

Tabla 25

Obtención de promedio y desviación estándar de datos del primer punto de muestreo.

Punto de muestreo	Código de muestra	Procedencia	Parámetros de análisis							
			pH	Conductividad (uS/cm)	Sólidos totales disueltos STD (mg/L)	Turbidez (UNT)	Cloro (mg/L)	Sulfatos SO ₄ (mg/L)	Hierro Fe (mg/L)	Cobre Cu (mg/L)
M1	M1-1	Manantial N°1	6.09	120.5	59.13	1.72	0.28	0.5	0.585	0.167
M1	M1-2		8.19	227.1	111.5	1.1	0	0.02	0.073	0.987
M1	M1-3		7.32	160.8	78.59	20	0	1.2	1.14	0.1
M1	M1-4		7.2	169.47	83.07	7.67	0	0.571	0.599	0.218
Promedio			7.2	169.4675	83.0725	7.6225	0.07	0.57275	0.59925	0.368
Desviación estándar			0.8615103	43.9486317	21.6137215	8.76712182	0.14	0.4845172	0.43571885	0.41548606
Coeficiente de variación %			11.97	25.93	26.02	115.02	200	84.59	72.71	112.9

Nota:

µS: MicroSiemens. / UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

Punto de muestreo	N° de muestra	Procedencia	Parámetros de análisis					
			Cromo Cr (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Coliformes fecales (UFC/100mL)	Coliformes totales (UFC/100mL)
M1	M1-1	Manantial N°1	0.014	0	2.8	0.008	1.7	1601
M1	M1-2		0.033	0	1.9	0.027	36	390
M1	M1-3		0.008	0	0.04	0.007	350	1601
M1	M1-4		0.018	0	1.6	0.014	193	1601
Promedio			0.01825	0	1.585	0.014	145.175	1298.25
Desviación estándar			0.01065755	0	1.14930414	0.00920145	159.942456	605.5
Coeficiente de variación %			58.4	0	72.51	65.72	110.17	46.64

Nota:

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Tabla 26

Obtención de promedio y desviación estándar de datos del primer punto de muestreo.

Punto de muestreo	N° de muestra	Procedencia	Parámetros de análisis							
			pH	Conductividad (uS/cm)	Sólidos totales disueltos STD (mg/L)	Turbidez (UNT)	Cloro (mg/L)	Sulfatos SO4 (mg/L)	Hierro Fe (mg/L)	Cobre Cu (mg/L)
M2	M2-1	Manantial N°2	7.01	222.2	109.2	0.99	0.22	6	0.54	0.269
M2	M2-2		7.67	135	65.88	21.9	0	0.5	1.157	0.16
M2	M2-3		7.65	230.9	113.2	1.5	0	11.1	0.059	0.488
M2	M2-4		7.44	198.1	96.1	8.13	0	5.867	0.585	0.306
Promedio			7.4425	196.55	96.095	8.13	0.055	5.86675	0.58525	0.30575
Desviación estándar			0.30652624	43.3153168	21.4263724	9.7390862	0.11	4.3284588	0.44940136	0.13639251
Coeficiente de variación %			4.12	22.04	22.3	119.79	200	73.78	76.79	44.61

Nota:

µS: MicroSiemens. / UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.

Punto de muestreo	N° de muestra	Procedencia	Parámetros de análisis					
			Cromo Cr (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Aluminio (mg/L)	Coliformes fecales (UFC/100mL)	Coliformes totales (UFC/100mL)
M2	M2-1	Manantial N°2	0.009	0	0.3	0.03	1.8	1601
M2	M2-2		0.009	0	3.1	0.003	49	490
M2	M2-3		0.005	0	2.1	0.023	1.7	94
M2	M2-4		0.008	0	1.8	0.0187	25.4	292
Promedio			0.00775	0	1.825	0.018675	19.475	619.25
Desviación estándar			0.00189297	0	1.15866302	0.01144068	22.6214316	674.170787
Coeficiente de variación %			24.43	0	63.49	61.26	116.16	108.87

Nota:

UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

La figura 4 muestra los resultados de pH en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

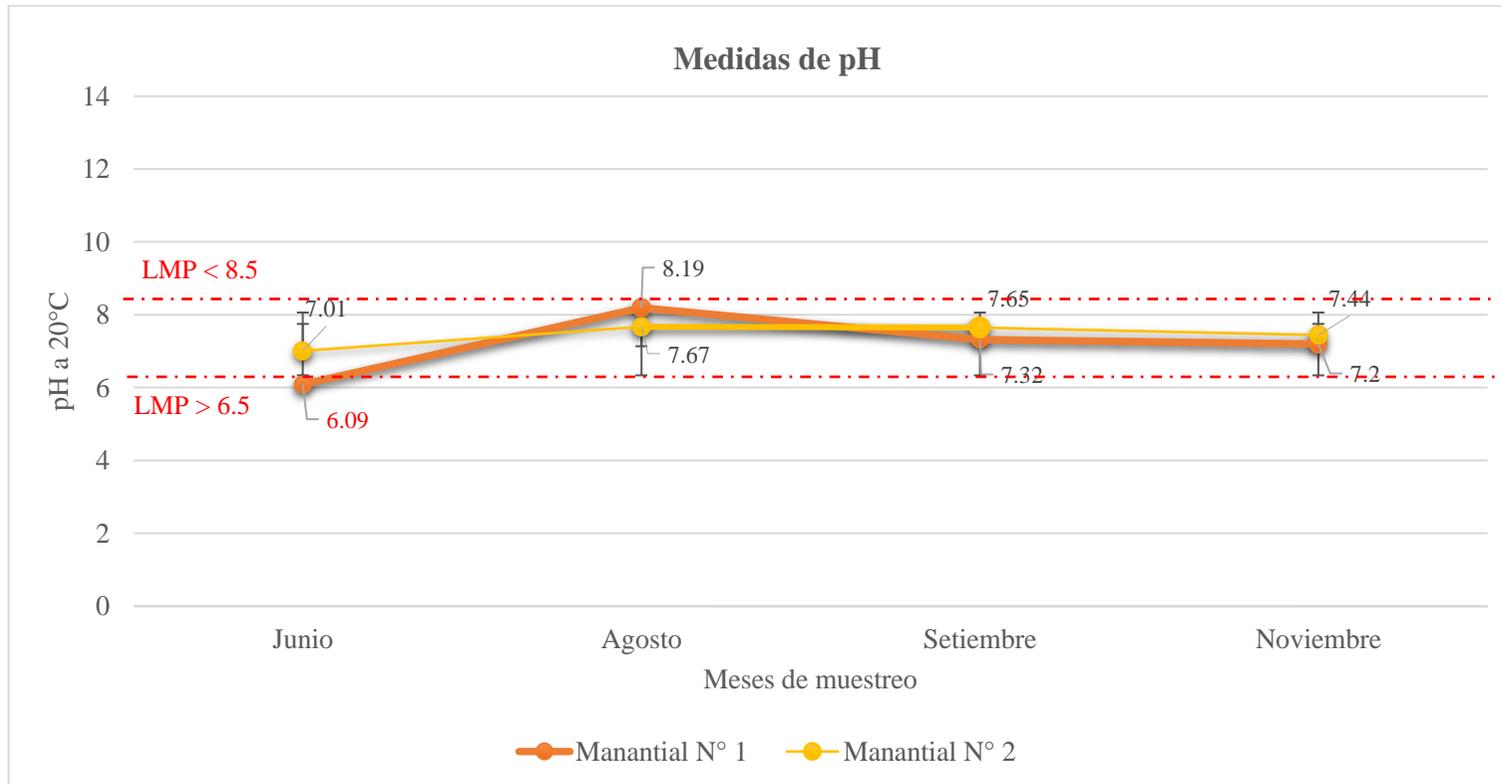


Figura 4. Resultados de pH en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 5 muestra los resultados de conductividad en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

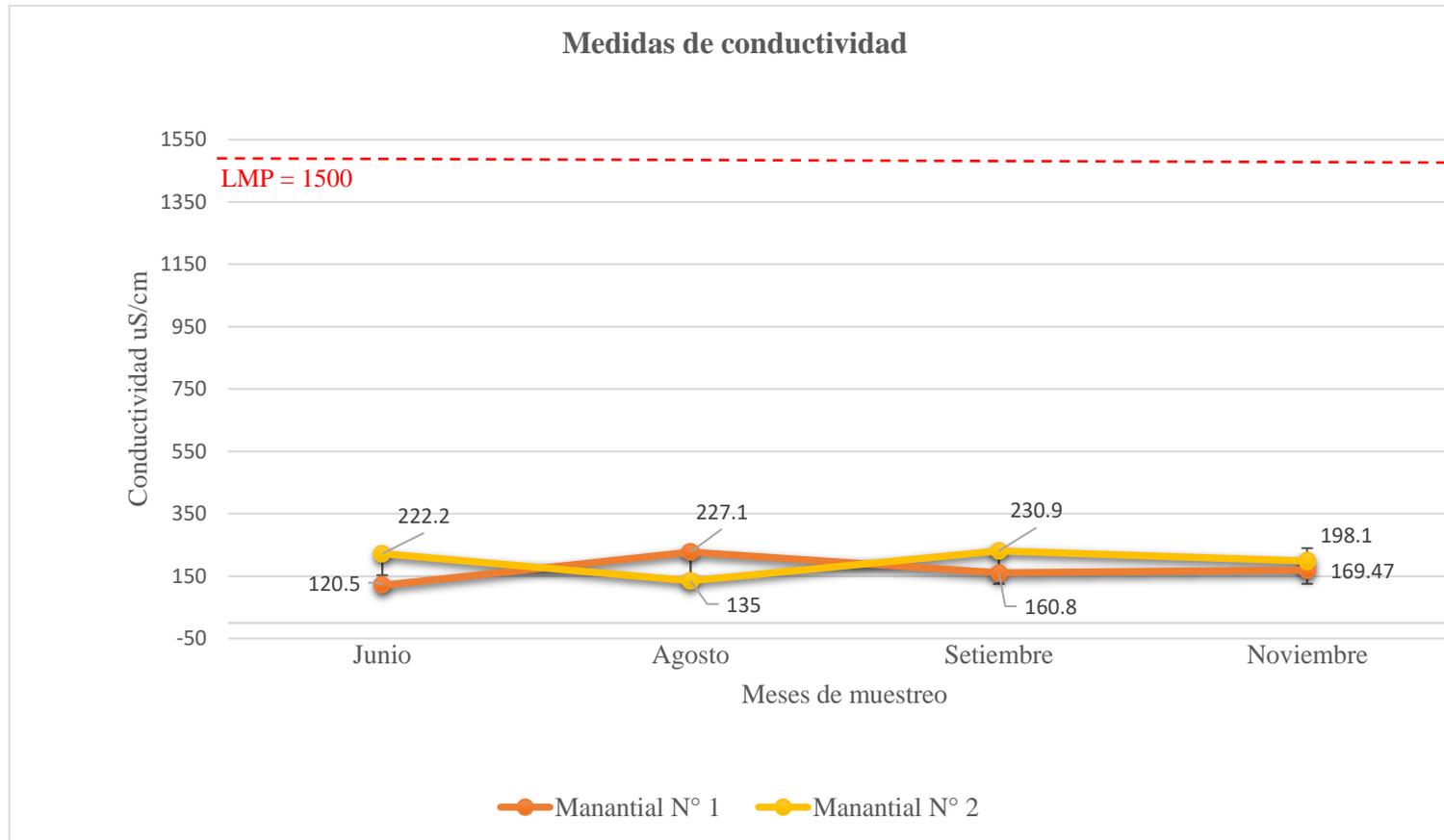


Figura 5. Resultados de conductividad en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 6 muestra los resultados de sólidos totales disueltos en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

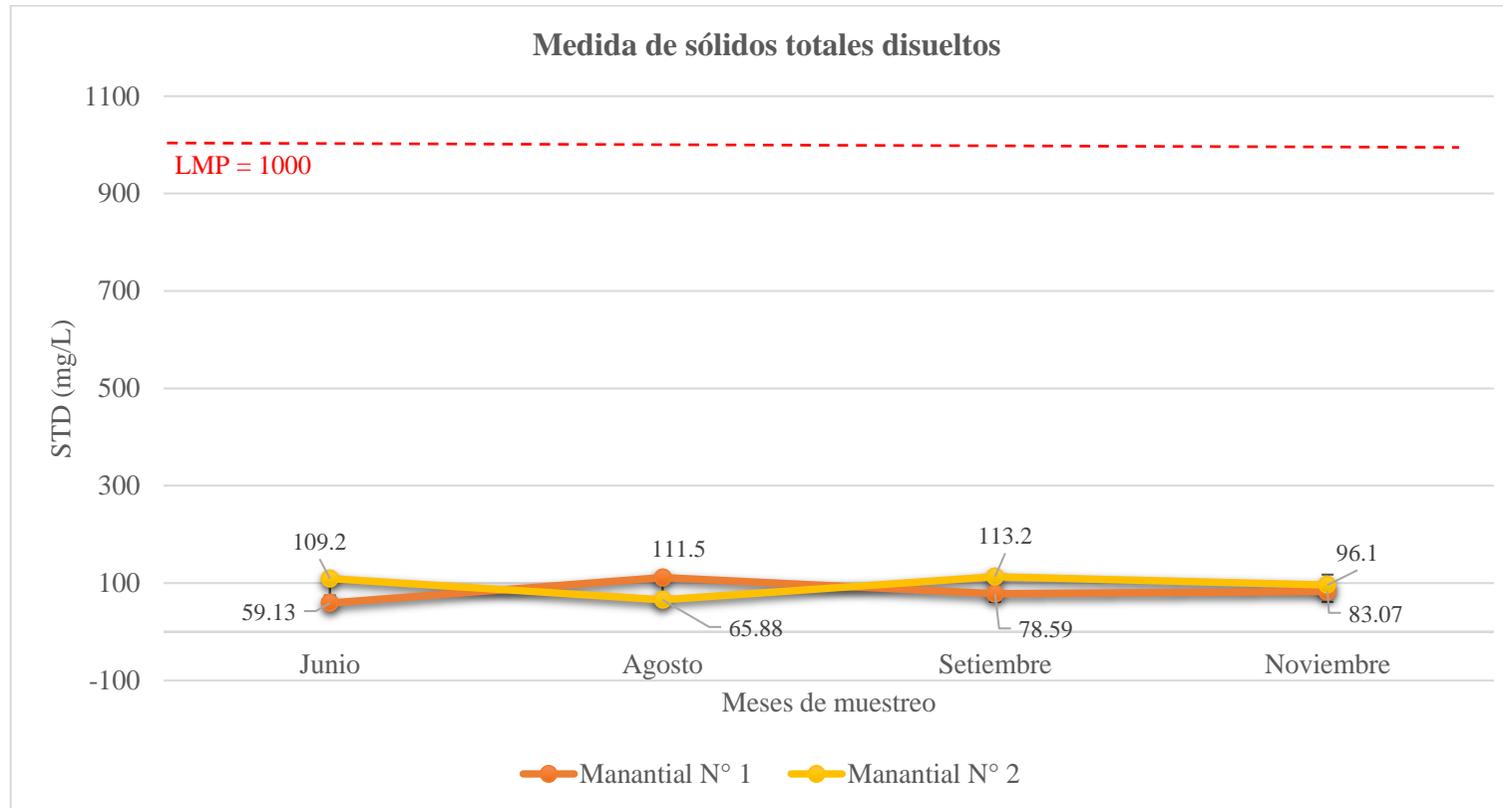


Figura 6. Resultados de sólidos totales disueltos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 7 muestra los resultados de turbidez en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

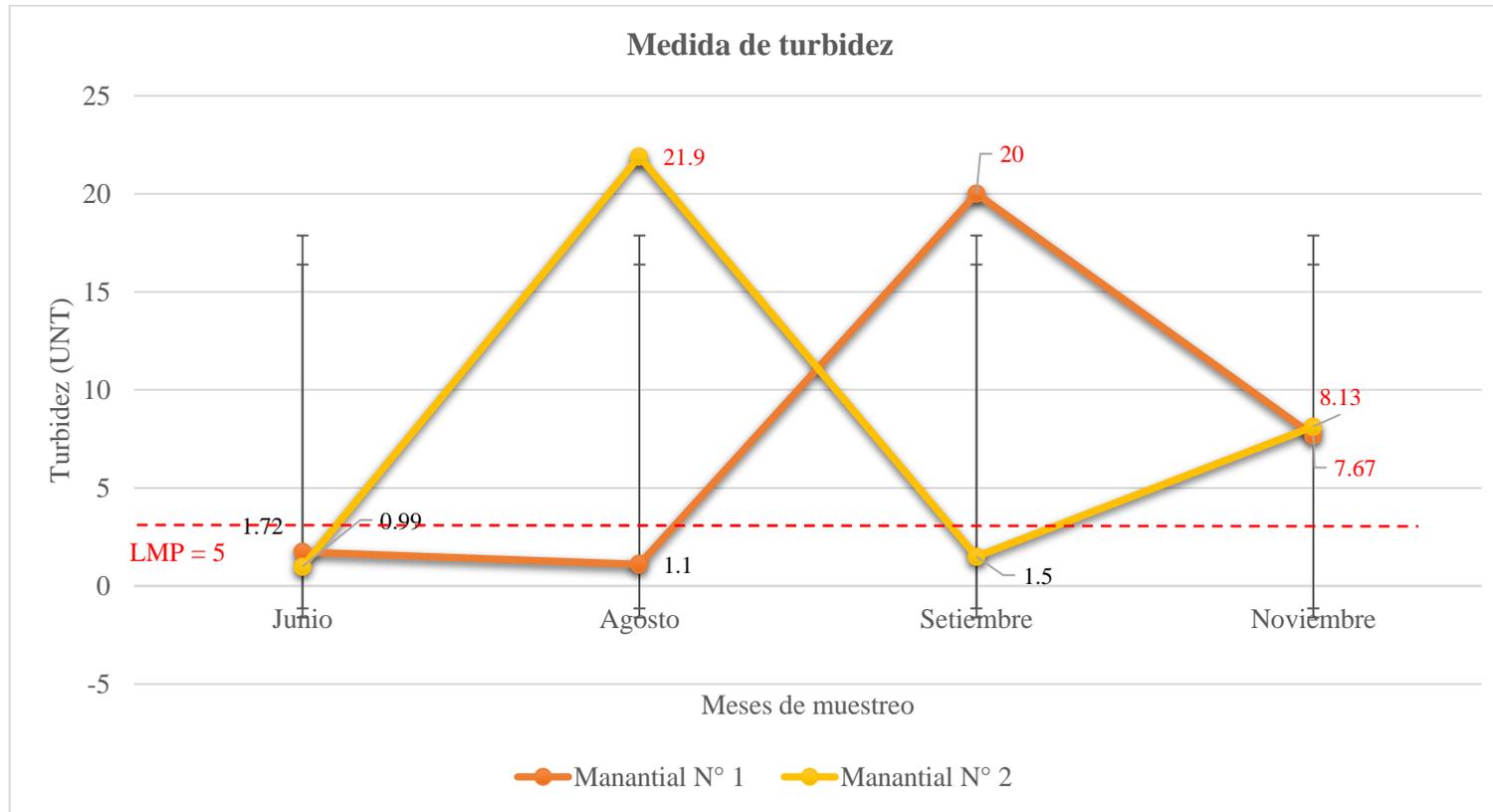


Figura 7. Resultados de sólidos totales disueltos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 8 muestra los resultados de cloro en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

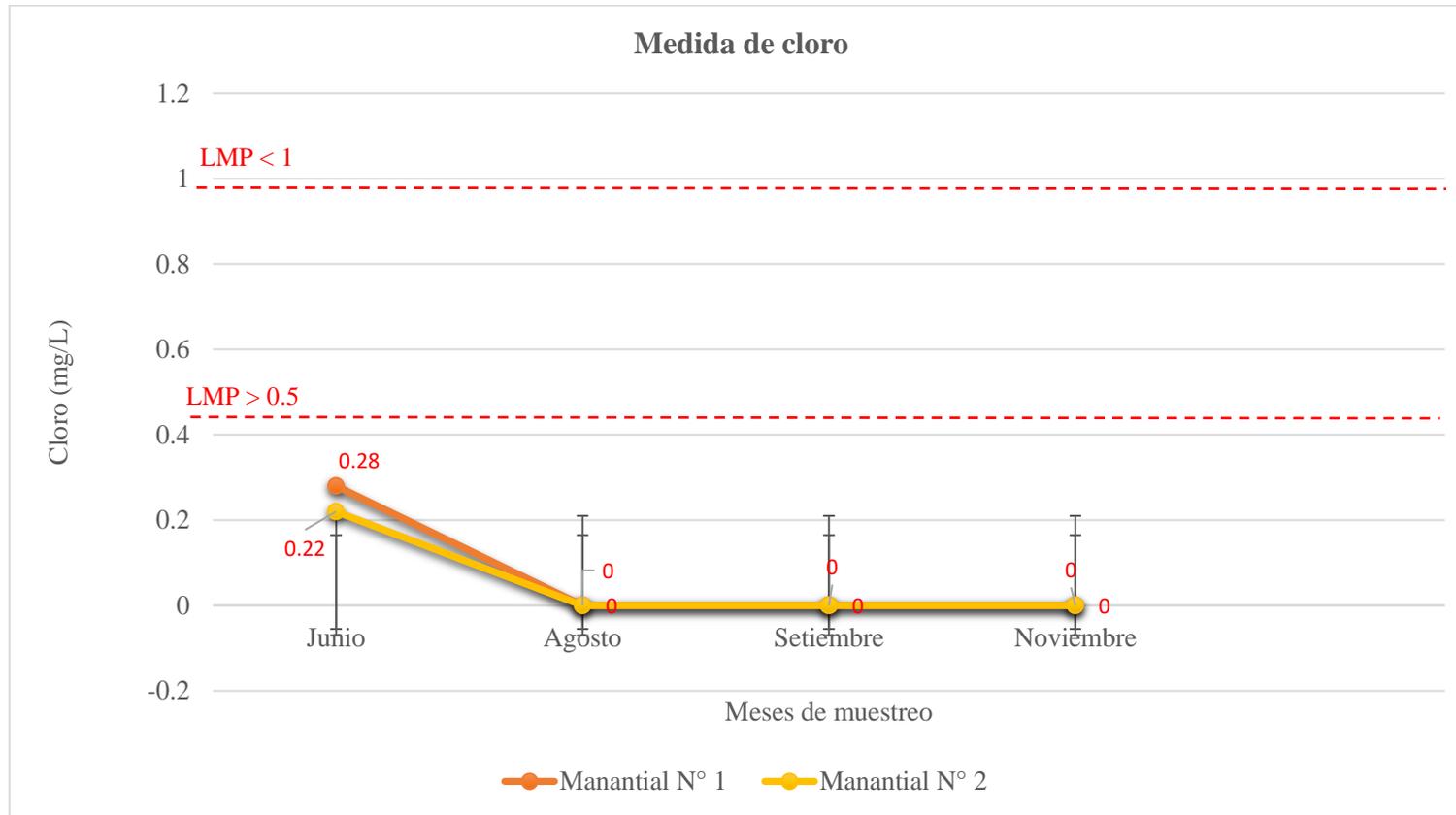


Figura 8. Resultados de cloro en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 9 muestra los resultados de sulfatos en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

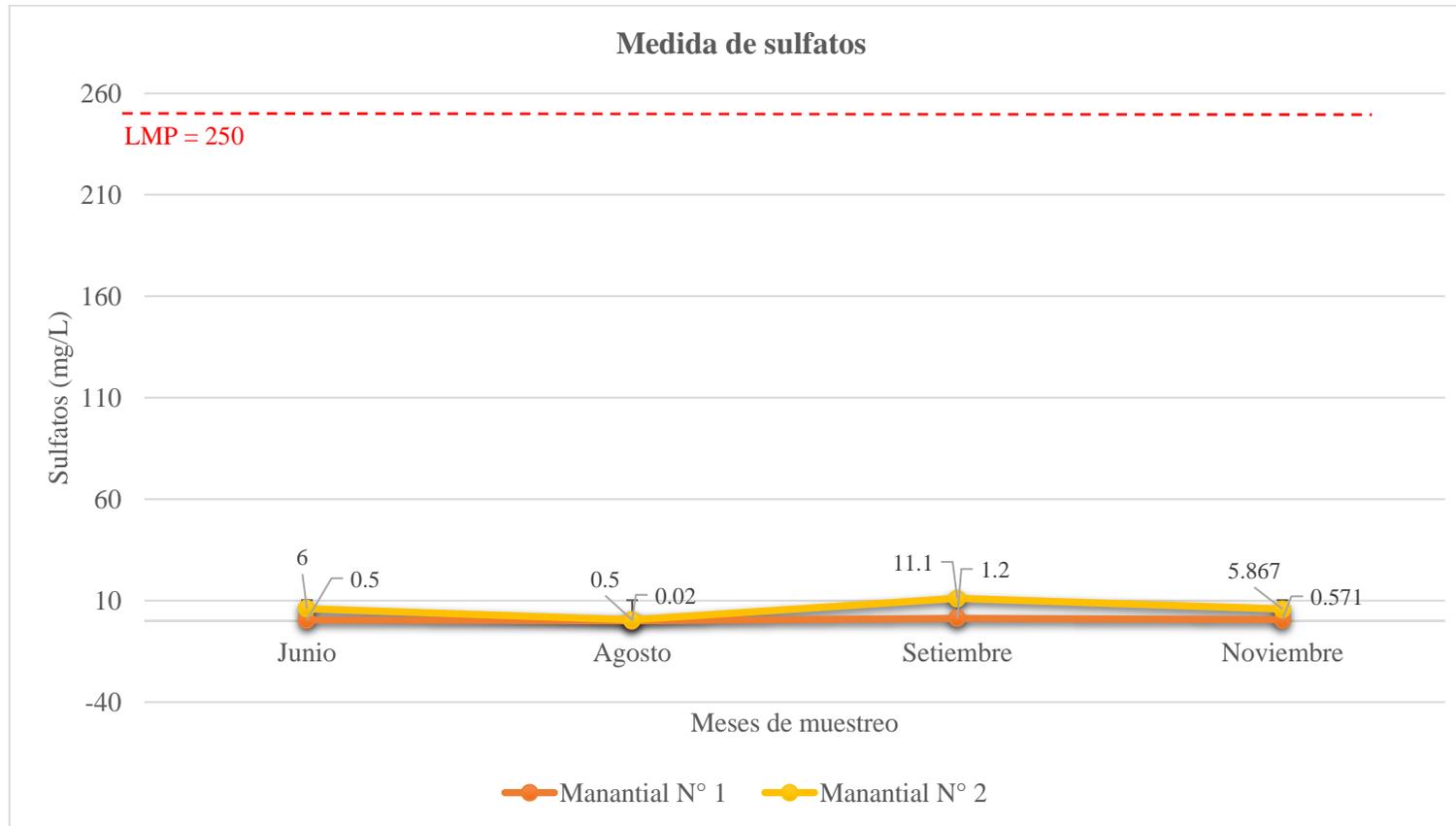


Figura 9. Resultados de sulfatos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 10 muestra los resultados de hierro en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

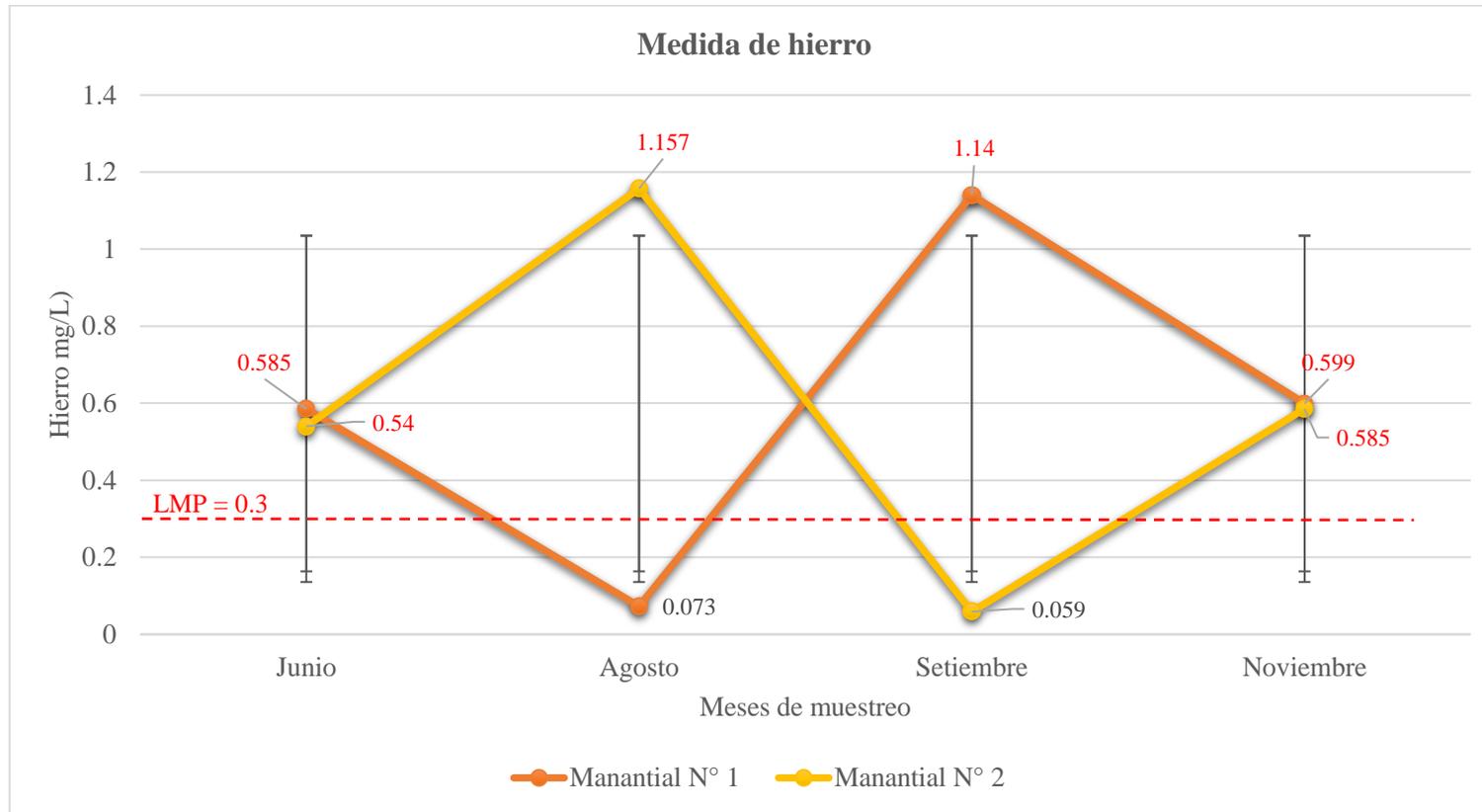


Figura 10. Resultados de hierro en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 11 muestra los resultados de cobre en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

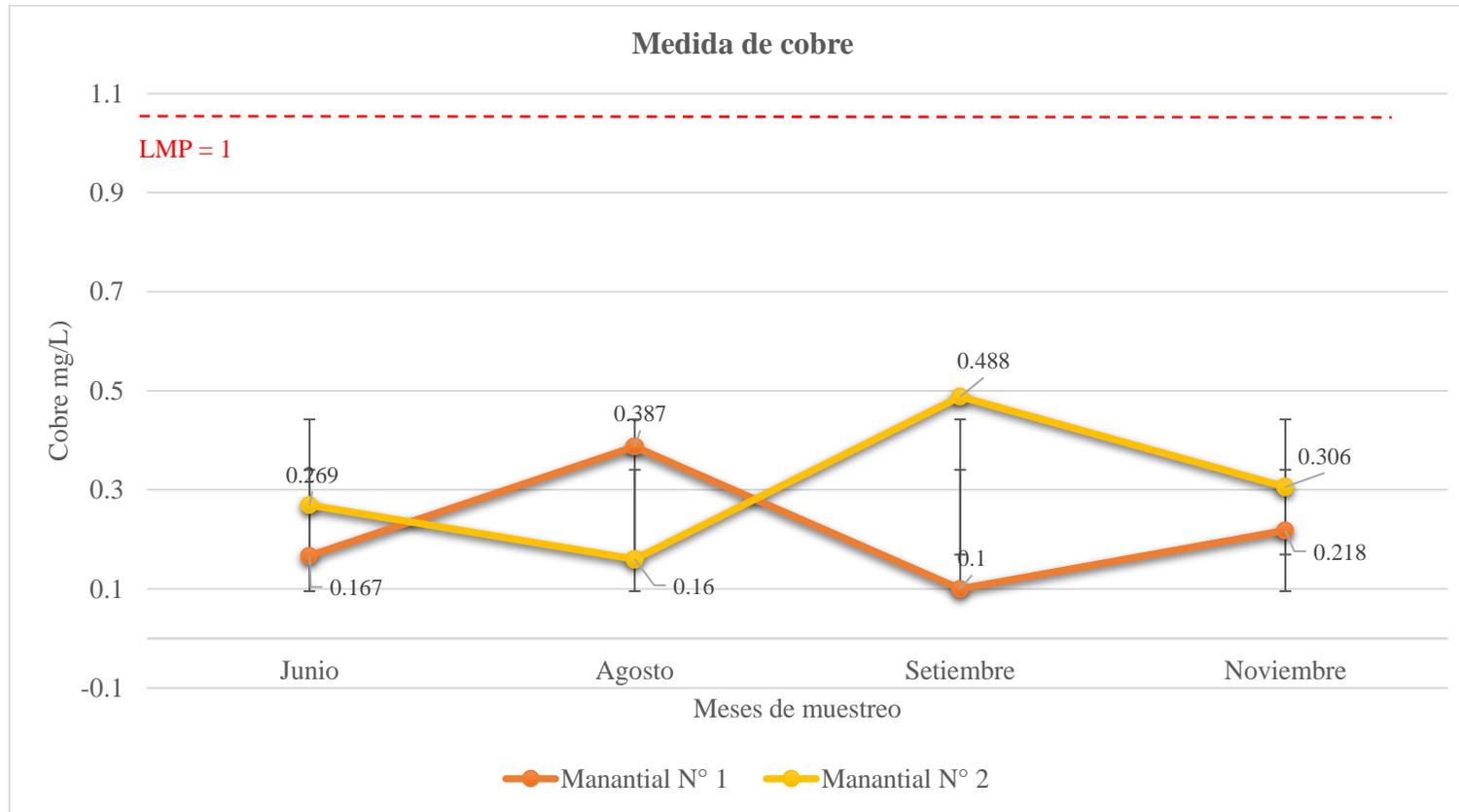


Figura 11. Resultados de cobre en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 13 muestra los resultados de cromo en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

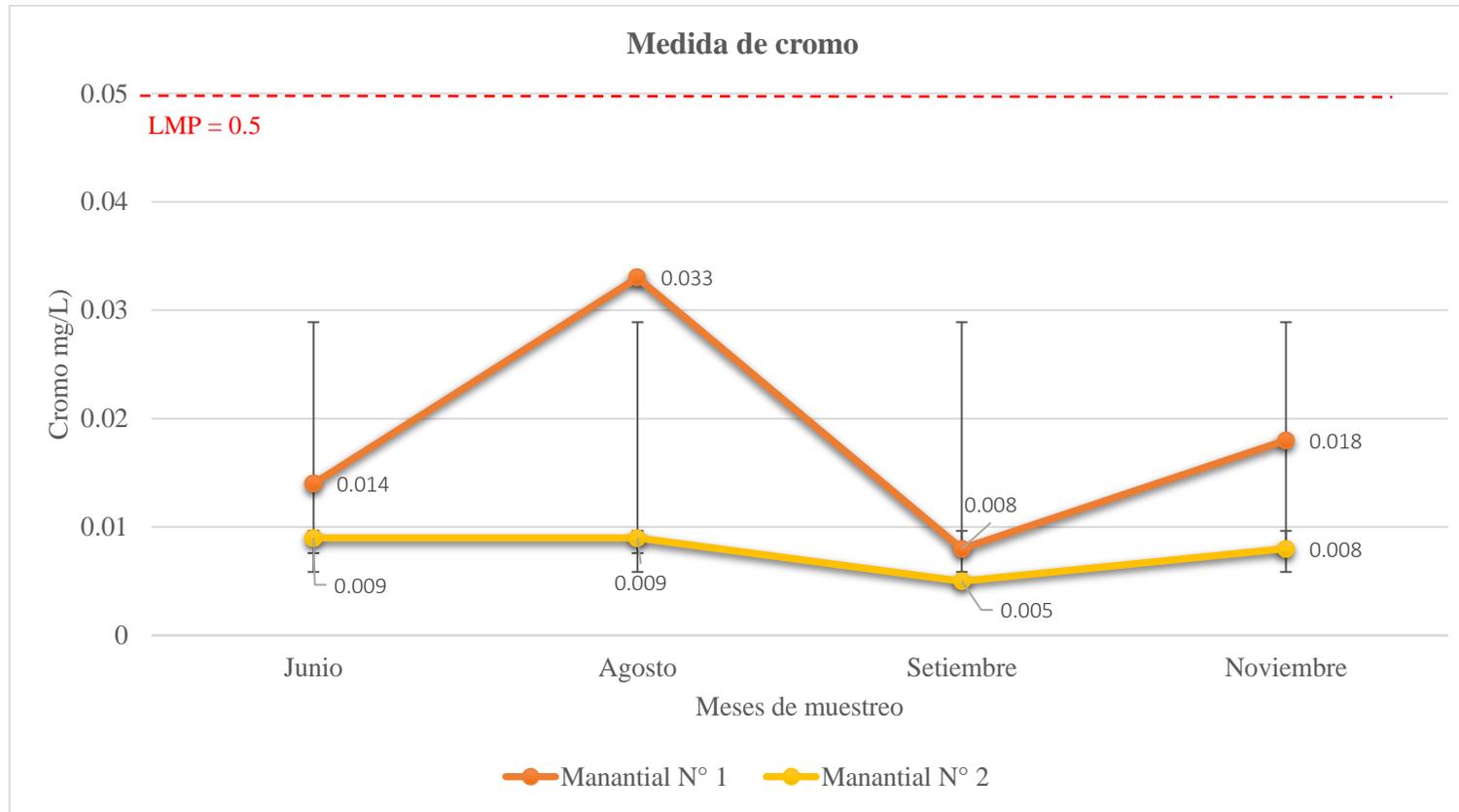


Figura 12. Resultados de cromo en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 14 muestra los resultados de nitritos en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

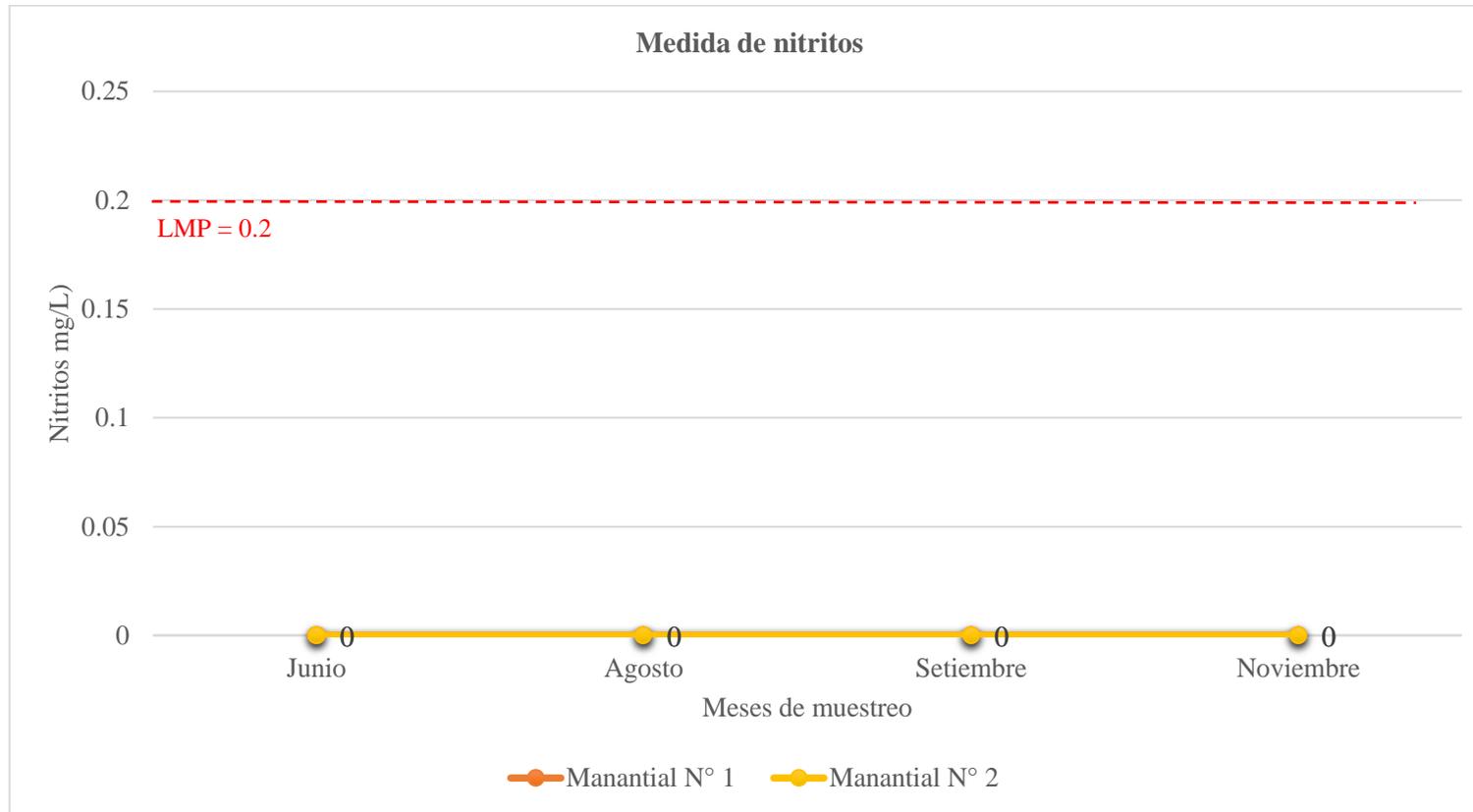


Figura 13. Resultados de nitritos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 15 muestra los resultados de nitratos en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

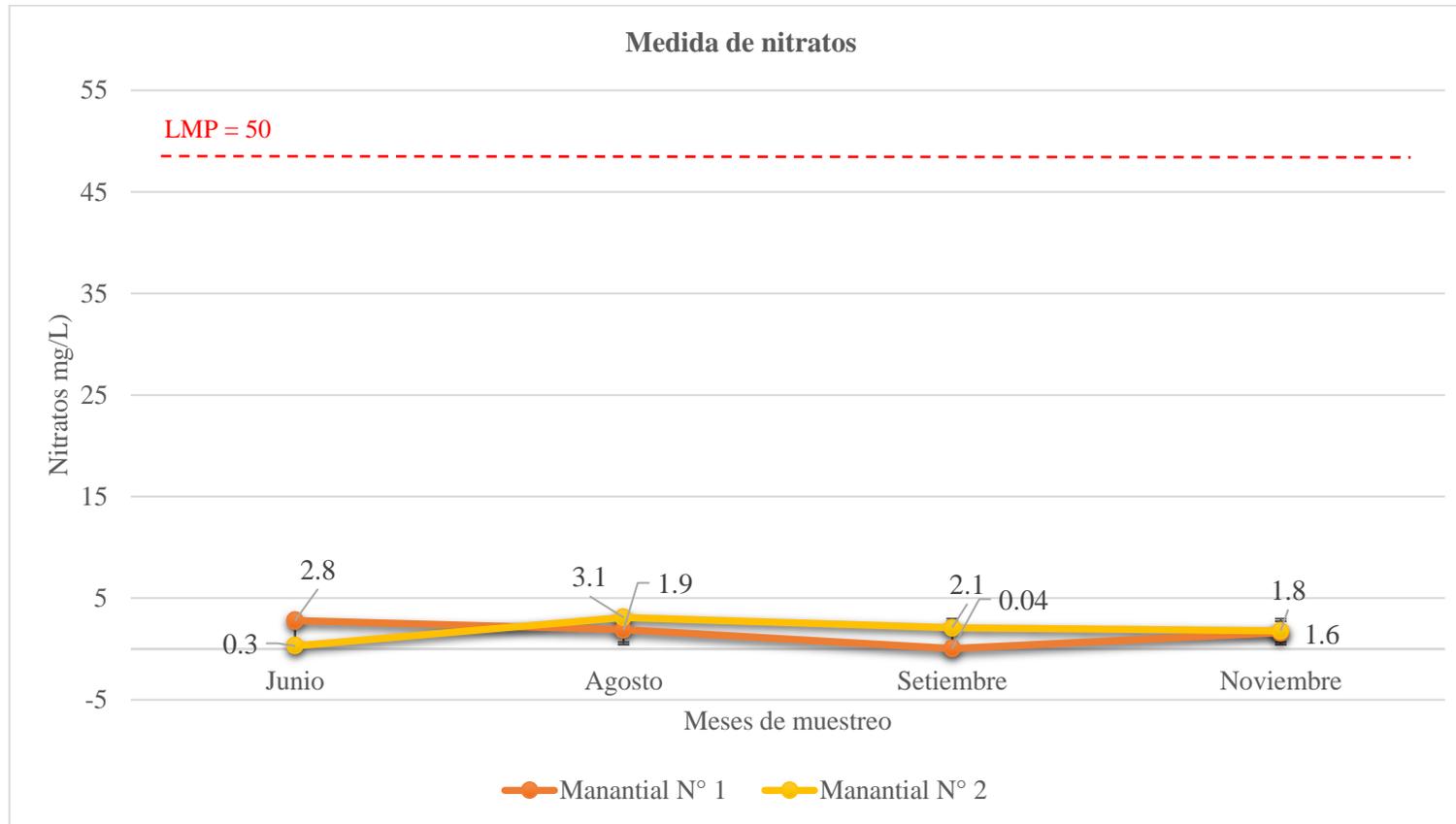


Figura 14. Resultados de nitratos en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 16 muestra los resultados de aluminio en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

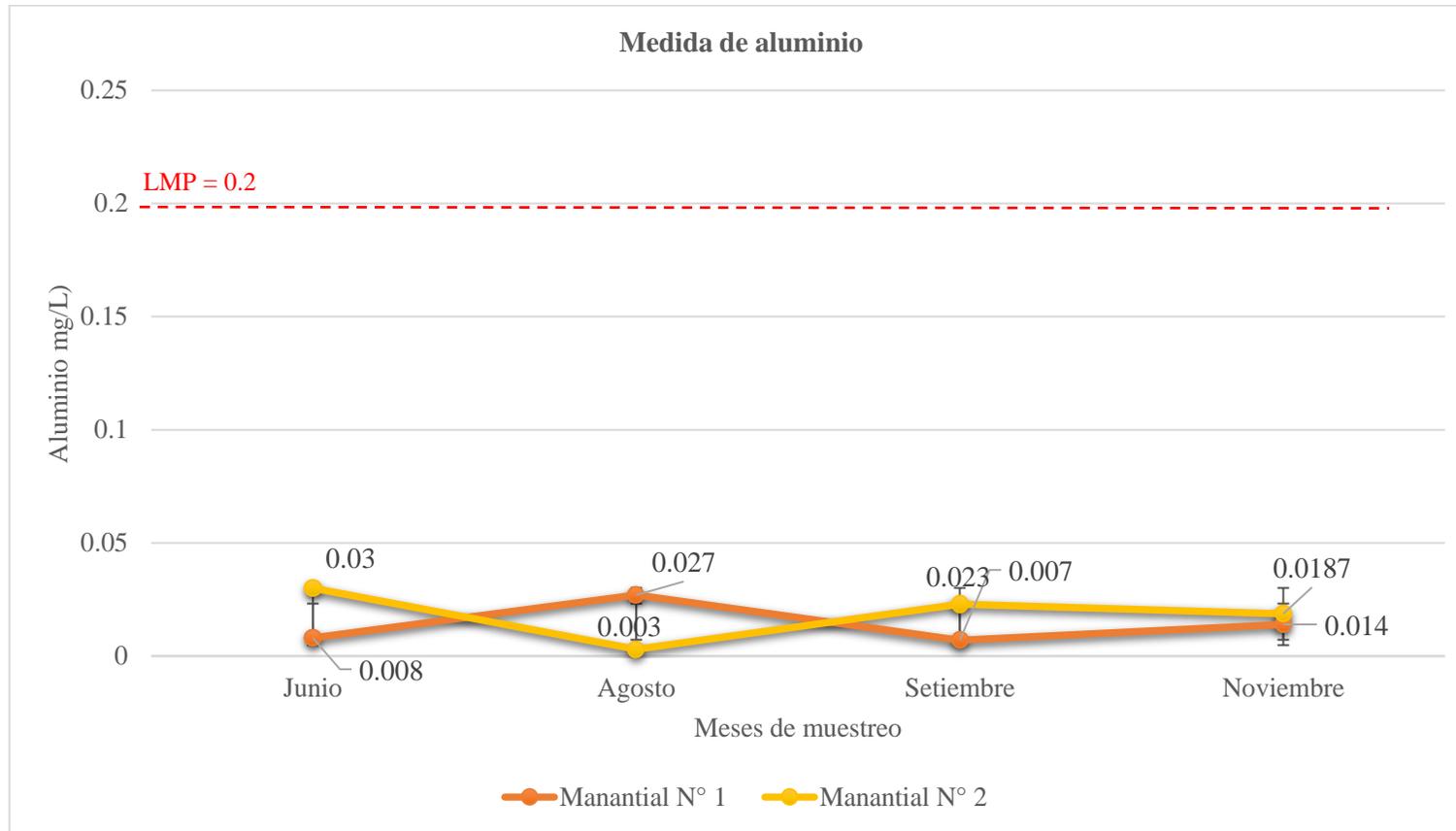


Figura 15. Resultados de aluminio en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 17 muestra los coliformes fecales en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

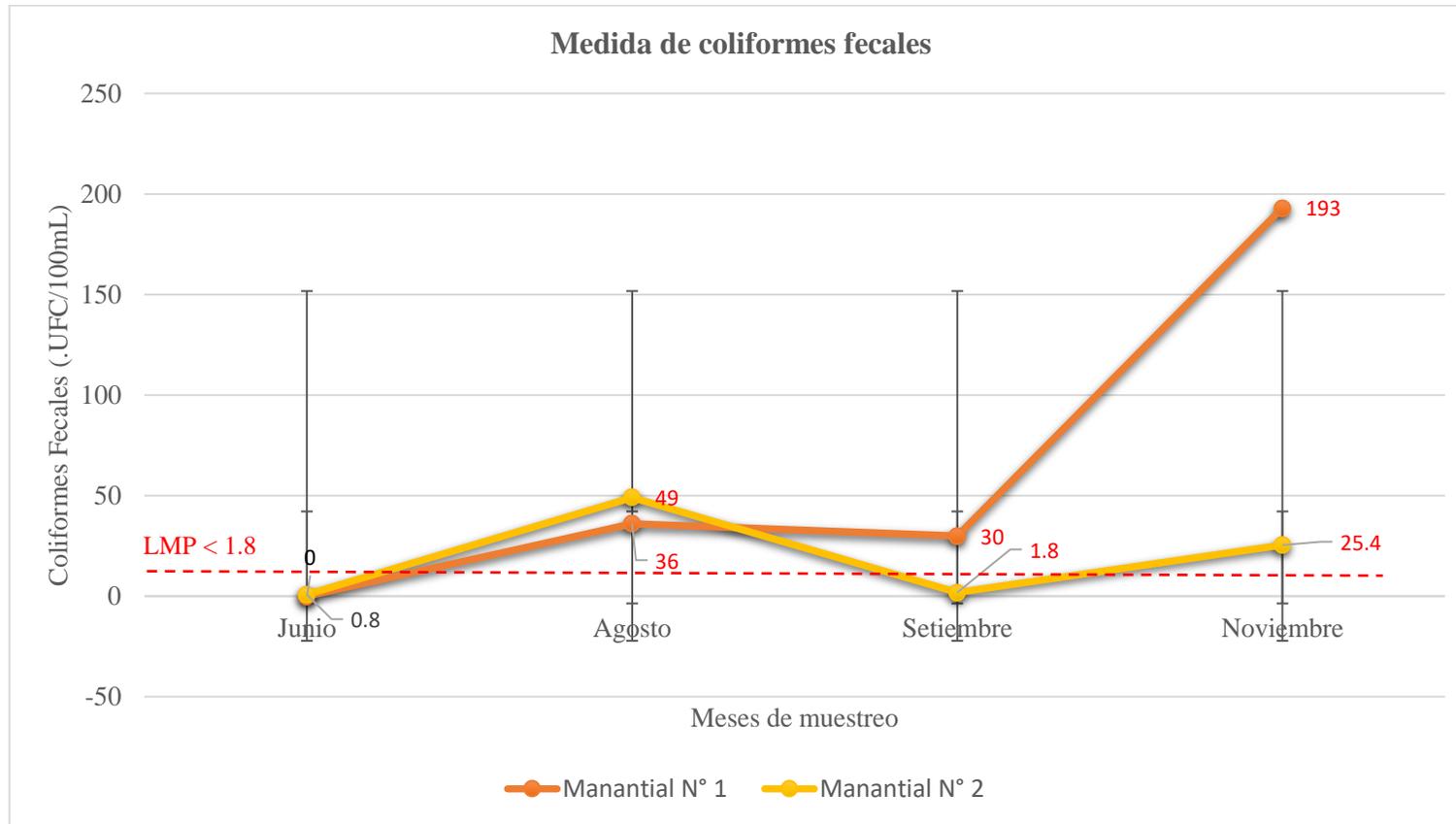


Figura 16. Resultados de coliformes fecales en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

La figura 18 muestra los resultados de sólidos totales disueltos en cada uno de los 4 muestreos realizados por cada punto de monitoreo, además lo compara con los LMP según ECA (2017)

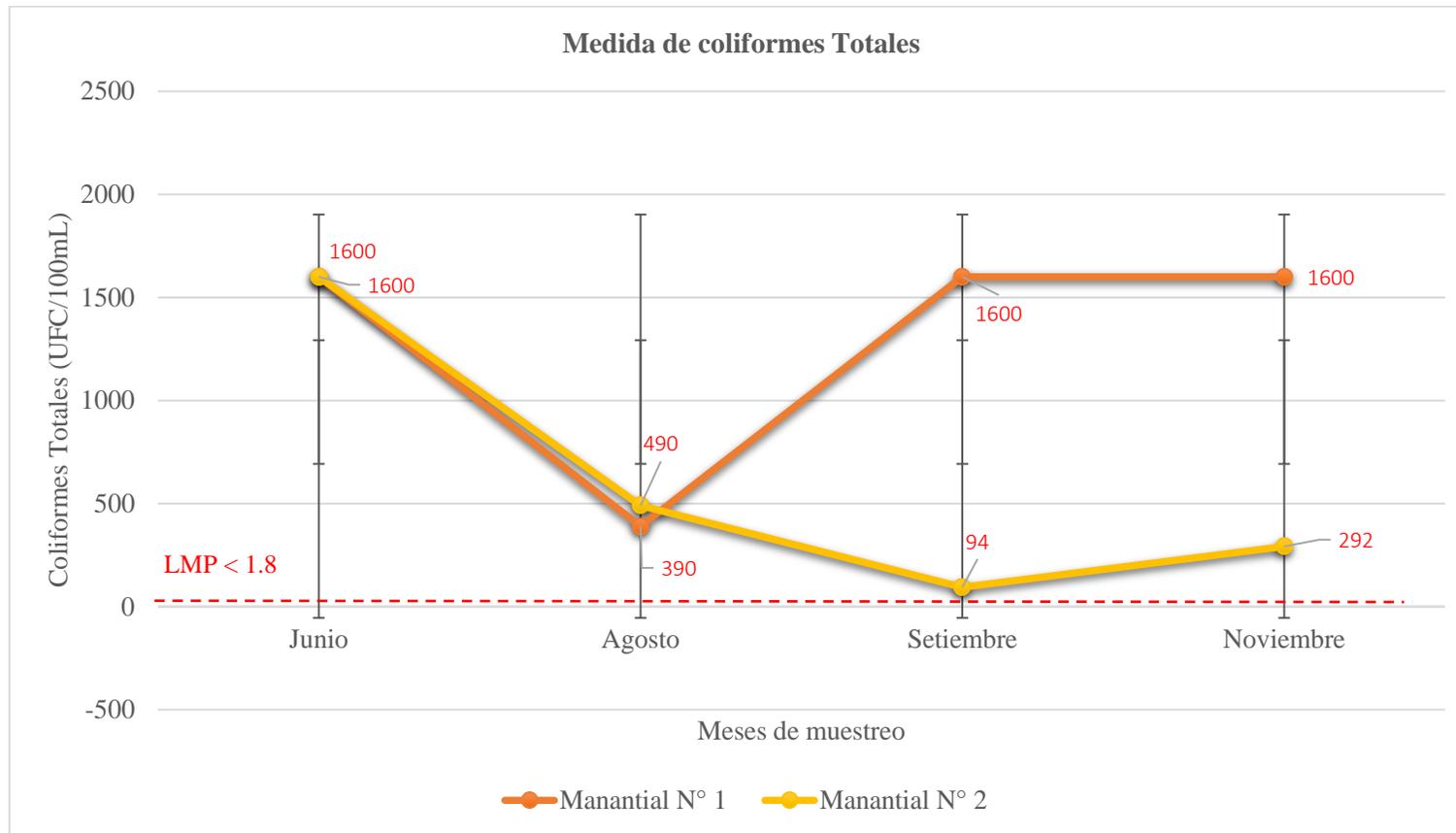


Figura 17. Resultados de coliformes totales en manantial 1 y 2 vs ECA 2017

Se presentan en la tabla 26 los parámetros que se encuentran por encima de los ECA (2017), verificándose que en el manantial N° 1 se presentan 6 parámetros que no cumplen con estos estándares y de 49 datos tomados 14 están por encima de los valores límite, en el manantial N°2 se presentan 5 parámetros que no cumplen con los estándares y de 49 datos recolectados 13 están por encima de los valores límite.

Estos valores calculados sirvieron para el cálculo del Índice de Calidad Ambiental (ICA) a partir de los factores F1, F2 y F3 especificados a continuación

$$F_1 = 100 * \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA – Agua}}{\text{Número total de parámetros a evaluar}}$$

$$F_2 = 100 * \frac{\text{Número de parámetros que no cumplen los ECA – Agua de los datos evaluados}}{\text{Número total de datos evaluados}}$$

$$F_3 = 100 * \frac{\text{suma normalizada de excedentes}}{\text{suma normalizada de excedente} + 1}$$

Donde: la suma normalizada de excedentes (nse):

$$nse = \frac{\sum_{i=1}^n \text{excedente}_i}{\text{total de datos}}$$

$$CCME_{WQI} = 100 - \left(\sqrt{\frac{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}{3}} \right)$$

Los resultados se obtuvieron procesando los datos obtenidos de los muestreos en ambas manantiales y haciendo uso del software Excel 2019

Tabla 27

Parámetros que se encuentran por encima de los ECA (2017).

Puntos de monitoreo		LMP		Manantial N°1				Manantial N°2			
Parámetros a evaluar			MI-1	M1-2	M1-3	M1-4	M2-1	M2-2	M2-3	M2-4	
pH	20°C	6.5 8.5	6.09	8.19	7.32	7.2	7.01	7.67	7.65	7.44	
Conductividad	uS/cm	1500	120.5	227.1	160.8	169.47	222.2	135	230.9	198.1	
Sólidos totales disueltos STD	mg/L	1000	59.13	111.5	78.59	83.07	109.2	65.88	113.2	96.1	
Turbidez	UNT	5	1.72	1.1	20	7.67	0.99	21.9	1.5	8.13	
Sulfatos SO4	mg/L	250	0.5	0.02	1.2	0.571	6	0.5	11.1	5.867	
Hierro Fe	mg/L	0.3	0.585	0.073	1.14	0.599	0.54	1.157	0.059	0.585	
Cobre Cu	mg/L	2	0.167	0.387	0.1	0.218	0.269	0.16	0.488	0.306	
Cromo Cr	mg/L	0.05	0.014	0.033	0.008	0.018	0.009	0.009	0.005	0.008	
Nitrito	mg/L	0.2	–	–	–	–	–	–	–	–	
Nitrato	mg/L	50	2.8	1.9	0.04	1.6	0.3	3.1	2.1	1.8	
Aluminio	mg/L	0.2	0.008	0.027	0.007	0.014	0.03	0.003	0.023	0.0187	
Coliformes fecales	(UFC/100mL) a 44.5°C	<1.8	<1.8	36	350	193	1.8	49	<1.8	25.4	
Coliformes totales	(UFC/100mL) a 35°C	<1.8	>1600	390	>1600	>1600	>1600	490	94	292	
Número de parámetros que no cumplen				5				4			
Número de parámetros a evaluar				13				13			
Numero de datos que no cumplen el ECA				13				12			
Número total de datos				48				48			

Nota:

µS: MicroSiemens. / UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad / UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

Tabla 28

Cálculo de ICA para los dos puntos de monitoreo.

Puntos de monitoreo		MANANTIAL N°1				MANANTIAL N°2				
F1		42.86				35.71				
F2		28.57				26.53				
		MI-1	M1-2	M1-3	M1-4	M2-1	M2-2	M2-3	M2-4	
pH	20°C	6.5	8.5	0.07						
Conductividad	uS/cm	1500								
Sólidos totales disueltos		1000								
STD	mg/L									
Turbidez	UNT	5		3	0.534		3.38		0.626	
Cloro	mg/L	0.5	1	0.79		1.27				
Sulfatos SO4	mg/L	250								
Hierro Fe	mg/L	0.3	0.95	2.8	0.99	0.8	2.86		0.95	
Cobre Cu	mg/L	2								
Cromo Cr	mg/L	0.05								
Nitrito	mg/L	0.2								
Nitrato	mg/L	50								
Aluminio	mg/L	0.2								
Coliformes fecales	(UFC/100mL) a 44.5°C	<1.8		19	193.4	106.22	0	26.2	13.1	
Coliformes totales	(UFC/100mL) a 35°C	<1.8	887	215.7	887.88	887.88	887.88	271.2	51.2	161.22
Sumatoria normalizada de excedentes		66.77966667				29.57116667				
F3		98.52463128				96.72894394				
ICA-PE		36.96667292				39.64471441				
		Malo				Malo				

Nota:

µS: MicroSiemens. / UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad / UFC: Unidades Formadoras de Colonias.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Para determinar la calidad de las aguas subterráneas de consumo humano en el centro poblado Chin Chin – Tres Cruces, se evaluó de manera independiente cada uno de los parámetros obtenidos, contrastando los resultados con Huamán Arapa, M. (2015) en su estudio denominado “Evaluación de la calidad del agua subterránea para consumo humano en el pueblo Cerrito San Juan, distrito de Socabaya, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa”, se puede verificar que los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos condicional de manera proporcional la calidad del agua subterránea.

A. Evaluación de parámetros físico químicos

pH

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 7.2 en pH, con una desviación estándar de 0.86 y un Coeficiente de variación de 11.97%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de pH, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 7.44 en pH, con una desviación estándar de 0.31 y un Coeficiente de variación de 4.12%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de pH, son homogéneos.

Los valores de pH del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°2 (7.44), y menor en las aguas del manantial N°1 (7.2).

Conductividad

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 169.47 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Conductividad, con una desviación estándar de 43.95 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un Coeficiente de variación de 25.93 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Conductividad, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 196.55 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Conductividad, con una desviación estándar de 43.31 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y un Coeficiente de Variación de 22.04%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Conductividad, son homogéneos.

Los valores de conductividad del agua en los dos puntos de muestreo, presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°2 (196.55), y menor en las aguas del manantial N°1 (169.47 $\mu\text{S}/\text{cm}$).

Sólidos totales disueltos STD

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 83.07 mg/L en STD, con una desviación estándar de 21.61 mg/L y un Coeficiente de variación de 26.02 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de STD, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 96.09 mg/L en Conductividad, con una desviación estándar de 21.43 mg/L y un Coeficiente de variación de 22.3 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de STD, son homogéneos.

Los valores de STD del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°2 (96.09 mg/L), y menor en las aguas del manantial N°1 (83.07mg/L).

Turbidez

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 7.62 (UNT) en Turbidez, con una desviación estándar de 8.77 (UNT) y un Coeficiente de variación de 115.02%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Turbidez, son heterogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 8.13 (UNT) en Turbidez, con una desviación estándar de 9.74 NTU y un Coeficiente de variación de 119.79%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Turbidez, son heterogéneos.

Los valores de STD del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°2 (8.13 UNT), y menor en las aguas del manantial N°1 (7.62 UNT)

Cloro

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.07 mg/L en Cloro, con una desviación estándar de 0.14 mg/L y un Coeficiente de variación de 200 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Cloro, son heterogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.05 mg/L en Cloro, con una desviación estándar de 0.11 mg/L y un Coeficiente de variación de 200 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Cloro, son heterogéneos

Los valores de Cloro del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°1 (0.07 mg/L), y menor en las aguas del manantial (0.05 mg/L)

Sulfatos

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.57 mg/L en Sulfatos, con una desviación estándar de 0.48 mg/L y un Coeficiente de variación de 84.59%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Sulfatos, son heterogéneos

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 5.87 mg/L en Sulfatos, con una desviación estándar de 4.33 mg/L y un Coeficiente de variación de 77.78%, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Sulfatos, son homogéneos.

Los valores de Sulfatos del agua en los dos puntos de muestreo, presentaron diferencia estadística significativa, siendo mayor en las aguas del manantial N°2 (5.87 mg/L), y menor en las aguas de del manantial N°1 (0.57 mg/L)

Hierro

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.60 mg/L en Hierro, con una desviación estándar de 0.43mg/L y un Coeficiente de variación de 72.71 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Hierro, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.58 mg/L en Hierro, con una desviación estándar de 0.45 mg/L y un Coeficiente de variación de 76.79 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Hierro, son homogéneos.

Los valores de Hierro del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°1 (0.6 mg/L), y menor en las aguas del manantial N°2 (0.58 mg/L)

Cobre

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.37 mg/L en Cobre, con una desviación estándar de 0.41 mg/L y un Coeficiente de variación de 112.9 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Cobre, son heterogéneos

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.30 mg/L en Cobre, con una desviación estándar de 0.14 mg/L y un Coeficiente de variación de 44.61 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Cobre, son homogéneos.

Ver Tabla 3.

Los valores de Cobre del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°1 (0.37 mg/L), y menor en las aguas del manantial N°2 (0.30 mg/L).

Cromo

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.02 mg/L en Cromo, con una desviación estándar de 0.01 mg/L y un Coeficiente de variación de 58.4 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Cromo, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.01 mg/L en Cromo, con una desviación estándar de 0.000 mg/L y un Coeficiente de Variación de 24.43 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Cromo, son homogéneos.

Los valores de Cromo del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°1 (0.02 mg/L), y menor en las aguas del manantial N°2 (0.01 mg/L)

Nitritos

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.0 mg/L en Nitrito, con una desviación estándar de 0.0 mg/L y un Coeficiente de variación de 0 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Nitrito, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.0 mg/L en Cromo, con

una desviación estándar de 0.0 mg/L y un Coeficiente de Variación de 0 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Nitrito, son homogéneos.

Los valores de Nitrito del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa.

Nitratos

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 1.58 mg/L en Nitrato, con una desviación estándar de 1.15 mg/L y un Coeficiente de variación de 72.51 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Nitrato, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 1.82 mg/L en Nitrato, con una desviación estándar de 1.16 mg/L y un Coeficiente de Variación de 63.49 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Nitrato, son homogéneos.

Los valores de Nitrato del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°2 (1.82 mg/L), y menor en las aguas del manantial N°1(1.58 mg/L).

Aluminio

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.01 mg/L en Aluminio, con una desviación estándar de 0.01 mg/L y un Coeficiente de variación de 65.72 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Aluminio, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 0.02 mg/L en Aluminio, con una desviación estándar de 0.01 mg/L y un Coeficiente de Variación de 61.26 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Aluminio, son homogéneos.

Los valores de Aluminio del agua en los dos puntos de muestreo, no presentaron diferencia estadística significativa, siendo un poco mayor en las aguas del manantial N°2 (0.02 mg/L), y menor en las aguas del manantial N°1(0.01 mg/L).

B. Evaluación de parámetros microbiológicos

Coliformes Fecales

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 145.17 (UFC/100mL) en coliformes fecales, con una desviación estándar de 159.94 (UFC/100mL) y un Coeficiente de variación de 110.17 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Aluminio, son heterogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 19.47 (UFC/100mL) en coliformes fecales, con una desviación estándar de 22.62 (UFC/100mL) y un Coeficiente de Variación de 116.16 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de Aluminio, son heterogéneos.

Los valores de Aluminio del agua en los dos puntos de muestreo, presentaron diferencia estadística significativa, siendo mayor en las aguas del manantial N°1 (145.17 UFC/100mL), y menor en las aguas del manantial N°2 (19.47 UFC/100mL).

Coliformes Totales

El agua del manantial N°1 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 1298.25 (UFC/100mL) en coliformes totales, con una desviación estándar de 605.5 (UFC/100mL) y un Coeficiente de variación de 46.64 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de coliformes totales, son homogéneos.

El agua del manantial N°2 según D.S. N° 004-2017-MINAM de centro poblado Chin Chin - Tres cruces, presentó un valor promedio de 619.25 (UFC/100mL) en coliformes totales, con una desviación estándar de 674.17 (UFC/100mL) y un Coeficiente de Variación de 108.87 %, lo cual indica que los resultados de las mediciones de coliformes totales son heterogéneos.

Los valores de coliformes totales según D.S. N° 004-2017-MINAM en los dos puntos de muestreo, presentaron diferencia estadística significativa, siendo mayor en las aguas del manantial N°1 1298.25 (UFC/100mL) y menor en las aguas del manantial N°2 619.25 (UFC/100mL)

C. Comparación de resultados con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) del agua y los Límites Máximos Permisibles (LMP) del agua de consumo humano.

pH

Los Límites Máximos Permisibles para aguas de consumo humano son entre 6.5 a 8.5 de pH (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de pH en los dos puntos de muestreo (7.2 y 7.44), se encuentran dentro de dicho rango y se consideran como aptas para consumo humano.

La muestra M1-1 está por debajo del (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo cual sería necesario un tratamiento de potabilización convencional

Conductividad

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Conductividad en los dos puntos de muestreo (169.46 y 196.55), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Sólidos totales disueltos STD

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 1000 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de STD en los dos puntos de muestreo (83.07 y 96.09), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Turbidez

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 5 NTU (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1). El agua del manantial Chin Chin presenta una turbidez promedio de 7.6 UNT y el de Reservorio-grifo una turbidez de 8.1 UNT, por lo que estos puntos de muestreo no se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como NO APTOS para consumo humano. La muestra M1-3, M1-4, M2-2 y M2-4 superan el (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo cual sería necesario un tratamiento de potabilización convencional.

Cloro

Los Límites Máximos Permisibles para aguas de consumo humano son entre 0.5 a 1.0 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Cloro en los dos puntos de muestreo (0.07 y 0.055), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

La muestra M1-1 y M2-1 está por debajo del (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo cual sería necesario un tratamiento de potabilización convencional.

Sulfatos

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 250 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Sulfatos en los dos puntos de muestreo (0.57 y 5.87), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Hierro

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 0.300 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores

promedio de Hierro en los dos puntos de muestreo (0.57 y 0.58), por lo que estos puntos de muestreo no se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como NO APTOS para consumo humano.

La muestra M1-1, M1-3, M1-4, M2-1, M2-2 y M2-4 superan el (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo cual sería necesario un tratamiento de potabilización convencional.

Cobre

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 2 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Cobre en los dos puntos de muestreo (0.368 y 0.30), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Cromo

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 0.050mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Cromo en los dos puntos de muestreo (0.02 y 0.008), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Nitrito

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 0.20 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Nitrito en los dos puntos de muestreo (0.0 y 0.0), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Nitrato

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 50 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores

promedio de Nitrato en los dos puntos de muestreo (1.59 y 1.83), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano.

Aluminio

El límite permisible para aguas de consumo humano es de 0.200 mg/L (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo que los valores promedio de Aluminio en los dos puntos de muestreo (0.014 y 0.019), se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como aptas para consumo humano

Coliformes Totales

Para este tipo de bacterias, los Límites Máximos Permisibles de coliformes es <1.8 UFC/100 ml y el contenido de estas bacterias en los manantiales del centro poblado Chin Chin – Tres cruces es (1298.25 UFC/100 ml) y (619.25 UFC/100 ml); por lo que estos puntos de muestreo no se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como NO APTOS para consumo humano.

La muestra M1-2, M1-3, M1-4, M2-1, M2-2 y M2-4 superan el (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo cual sería necesario un tratamiento de potabilización convencional.

Coliformes fecales

Para los coliformes fecales el Límite Máximo Permisible de coliformes es <1.8 UFC/100 ml y el contenido de estas bacterias en los manantiales del centro poblado Chin Chin – Tres cruces es (1298.25 UFC/100 ml) y (619.25 UFC/100 ml); por lo que estos puntos de muestreo no se encuentran dentro de dicho rango y se pueden considerar como NO APTOS para consumo humano.

Los Límites Máximos Permisibles de coliformes totales en aguas que pueden ser potabilizadas es de 20 UFC/100 ml y el contenido de estas bacterias en el agua del manantial Chin Chin (145.175 UFC/100 ml) y en el de (19.475 UFC/100 ml);

La muestra M1-1, M1-2, M1-3, M1-4, M2-1, M2-2, M”-3 y M2-4 superan el (LMP del DS N° 004-2017-MINAM Categoría 1 Subcategoría A1), por lo cual sería necesario un tratamiento de potabilización convencional.

D. Índice de Calidad del Agua (ICA) de los puntos de monitoreo.

El Índice de Calidad Ambiental de los puntos de monitoreo arroja valores de 36.97 del manantial N°1 y 39.65 en el manantial N°2.

Estos valores corresponden a Índices de Calidad Ambiental del tipo malo, es decir la calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está dañada, casi siempre están amenazada o dañada, y todos los usos necesitan previo tratamiento. Según ANA (2018).

Según Huamán (2015), a pesar que el agua subterránea tiene mejor calidad, al entrar en contacto con la superficie es contaminada por agentes antrópicos que alteran muchos de los parámetros del agua, es por ello que las autoridades juegan un papel importante en la inversión de proyectos de desarrollo sustentable en beneficio de la población, brindando agua para consumo humano y mejorando el servicio del agua; y el bienestar de los habitantes.

Tabla 29

Interpretación de la calificación ICA.

CCME_WQI	Calificación	Interpretación
95 -100	Excelente	La calidad del agua está protegida con ausencia de amenazas o daños. Las condiciones son muy cercanas a niveles naturales o deseados
80 - 94	Buena	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural del agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daño.
65-79	Favorable	La calidad del agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45-64	Regular	La calidad del agua no cumple los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
0-44	Mala	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está dañada, casi siempre están amenazada o dañada. Todos los usos necesitan previo tratamiento

Fuente: ANA (2018)

4.2 Conclusiones

La evaluación fisicoquímica y microbiológica del agua de los manantiales N°1 y N°2 del centro poblado Chin Chin - Tres Cruces determina una calidad de tipo mala, en la cual es necesario un tratamiento convencional de potabilización para su consumo según los Estándares de Calidad Ambiental.

La concentración de sólidos totales disueltos, cloro, cobre, cromo, nitritos, pH, conductividad, y nitratos promedio de los manantiales N°1 y N°2 del centro poblado Chin Chin – Tres Cruces se encuentra dentro de los Límites Máximos Permisibles para el agua de consumo humano.

La concentración de hierro, turbidez, coliformes fecales y coliformes totales promedio de los manantiales N° 1 y N°2 del centro poblado Chin Chin del centro poblado Chin Chin – Tres Cruces se encuentra fuera de los Límites Máximos Permisibles para el agua de consumo humano.

Los resultados obtenidos que fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA – Agua) y los Límites Máximos Permisibles (LMP) para agua de consumo humano, arrojan un resultado que corresponde a una categoría A2 del tipo poblacional recreacional.

Según el Índice de Calidad del Agua (ICA) de calculado de las muestras de agua, se obtiene un agua del tipo malo con valor de 36.97 en el manantial N°1 y 39.65 en el manantial N°2. en la localidad Chin Chin tres Cruces, es decir agua que no cumple con los objetivos de calidad.

REFERENCIAS

Autoridad Nacional del Agua (2018). Metodología para la determinación del Índice de Calidad de Ambiental de los recursos hídricos superficiales en el Perú (ICA – PE)

Autoridad Nacional del Agua (2016). Protocola nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

Apolinario, B., y Araujo M. (2018). *Evaluación de la calidad del agua subterránea en 12 asentamientos humanos en los distritos de Callería y Yarinacocha, provincia Coronel Portillo, departamento Ucayali, 2017*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De Ucayali, Ucayali, Perú.

Berthemont, J. (1980). *Geografía de las aguas continentales*. Barcelona, España: Oikos Tau.

Congreso del Perú. (7 de junio del 2017) DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

Dirección general de salud ambiental (DIGESA) (2010). Reglamento de calidad del agua para consumo humano DS N° 031-2010-SA.

Flores Cerna, J. (2016). *Evaluación fisicoquímica y bacteriológica de las aguas subterráneas de consumo humano con y sin ebullición de zonas aledañas a la Universidad Nacional de Cajamarca*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional De Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Gutiérrez, J., Marín, J., y Paris, M. (2018). Calidad de agua subterránea en el sector centro Occidental del Municipio Miranda (Estado Zulia, Venezuela). *Aqua-LAC*, 10(2), 38-45.

Huaman Arapa, M. (2015). *Evaluación de la calidad del agua subterránea para consumo humano en el pueblo Cerrito San Juan, distrito de Socabaya, provincia de Arequipa, departamento de Arequipa*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional De San Agustín De Arequipa, Arequipa, Perú.

Ministerio Del Ambiente (2012). *Informe principal de propuesta de Estándares de calidad ambiental para agua subterránea*.

Mendoza, M. (1996). *Impacto del uso de la tierra, en la calidad del agua en la microcuenca rio sábalo, Cuenca del rio san juan*. Nicaragua: CATIE.

OPS – OMS. (2000). Evaluación Global de los Servicios de Abastecimiento de Agua y Saneamiento. Informe Analítico. Perú.

Sánchez, F.J. (2013): Hidrología Superficial y sus Relaciones Precipitación-Escorrentía. *Revista geológica de la Universidad de Salamanca*, 20(2), 15-23.

Sánchez, J., Álvarez, T., Pacheco, J., Carrillo, L., y González, R. (2016). Calidad del agua subterránea: acuífero sur de Quintana Roo, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 7(4), 75-96.

Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) (2017). Calidad del agua. Recuperado de: <https://water.usgs.gov/gotita/waterquality.html>

Randulovich, R. (1997). Sostenibilidad en el uso del agua en América Latina. Forestal Centroamericana. 18 (5), 15 – 20.

ANEXOS

Anexo N°1. Álbum de fotos



Figura 18. Manantial N°1



Figura 19. condiciones visuales del manantial N°1



Figura 20. Manantial N°2



Figura 21. Condiciones visuales del manantial N°2

Anexo 2. Resultados de laboratorio.



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 5110 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (Dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	25/06/19 14:55
Fecha/hora de muestreo:	25/06/19 12:30	Fecha de inicio del ensayo:	25/06/19
Muestreado por:	Kelly Calla	Comprobante de pago:	MAD - 4701831
Localidad:	Chim Chim - Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	5263
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial - P1

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
5263	-----	Manantial - P1	>1600	<1.8

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012



Cajamarca, 03 de Julio de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Elgo. Jorge A. Sotolongo Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALI

GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 4423 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	25/06/19 14:55
Fecha/hora de muestreo:	25/06/2019 12:30	Fecha de inicio del ensayo:	25/06/19
Muestreado por:	Kelly Calla	Comprobante de pago:	MAD - 4701831
Localidad:	Chim Chim - Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	5263
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial - P1

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo
pH (20.0 °C)	6.09	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	120.5	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	59.13	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	1.72	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method.
Cloro (mg/l)	0.28	0.5 - 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	0.5	250	Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.585	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.167	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.014	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	-	0.2	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	2.8	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0080	0.2	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 03 de Julio de 2019



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Blgo. Jorg. K. Salazar Cabaña
LABORATORIO DE AGUA Y SALUD AMBIENTAL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 5111 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Galla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (Datos por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	25/06/19 14:55
Fecha/hora de muestreo:	25/06/19 12:08	Fecha de inicio del ensayo:	25/06/19
Muestreado por:	Kelly Galla	Comprobante de pago:	MAD - 4701831
Localidad:	Chim Chim - Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	5264
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial - P2

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (UFC/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (UFC/100 ml)
5264	-----	Manantial - P2	>1600	1.8

Nota: < 1: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9222 B, D. Membrane Filter Technique for Members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012



Cajamarca, 03 de Julio de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Elgo. Jorge R. Salazar Cabanas
LABORATORIO DE AGUA Y RESIDUOS



Gobierno Regional de Cajamarca
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 4424 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	25/06/19 14:55
Fecha/hora de muestreo:	25/06/2019 12:08	Fecha de inicio del ensayo:	25/06/19
Muestreado por:	Kelly Calla	Comprobante de pago:	MAD - 4701831
Localidad:	Chim Chim - Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	5264
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial - P2

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N°031-2010-SA Reglamento de la calidad del agua para Consumo Humano	Método de ensayo
pH (20.0 °C)	7.01	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW, APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	222.2	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	109.2	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	0.99	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	0.22	0.5 – 1.0	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	6	250	Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.54	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.269	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390c: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.009	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	-	0.2	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.3	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0300	0.2	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 03 de Julio de 2019



Gobierno Regional de Cajamarca
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Jorge R. Salazar Cabana
LABORATORIO DE AGUA Y SALUD AMBIENTAL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 6133 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	05/08/19 14:30
Fecha/hora de muestreo:	05/08/19 12:00	Fecha de inicio del ensayo:	05/08/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4701831
Localidad:	Chin Chin Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	6307
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	P1 Manantial

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
6307	-----	P1 Manantial	390	36

Nota: < 1.8: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group, APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012



Cajamarca, 13 de agosto de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Blyo. Jorge K. Galazay Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 5320 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (datos por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	05/08/19 14:30
Fecha/hora de muestreo:	05/08/2019 12:00	Fecha de inicio del ensayo:	05/08/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4701831
Localidad:	Chin Chin Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	6307
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	P1 Manantial

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (22.0 °C)	8.19	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 nd Ed.
Conductividad (uS/cm)	227.1	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 nd Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	111.5	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 nd Ed.
Turbidez (UNT)	1.1	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	0.02	250	Sulfá Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.073	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.387	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e; 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.033	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ (mg/l)	-	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Nitrato: NO ₃ (mg/l)	1.9	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0270	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 13 de agosto de 2019



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Dlgo. Jorge K. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 6134 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	05/08/19 14:30
Fecha/hora de muestreo:	05/08/19 11:50	Fecha de inicio del ensayo:	05/08/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4701831
Localidad:	Chin Chin Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	6308
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	P2 Manantial

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
6308	-----	P2 Manantial	490	49

Nota: < 1.8: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

Cajamarca, 13 de agosto de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Jorge R. Balazar Cabano
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 5321 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	05/08/19 14:30
Fecha/hora de muestreo:	05/08/2019 11:50	Fecha de inicio del ensayo:	05/08/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4701831
Localidad:	Chin Chin Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	6308
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	P2 Manantial

Ensayos	Resultados	LIMP del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (21.9 °C)	7.67	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-11 ^B . SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	135	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	65.88	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	21.9	5	SMEWW APHA AWWA WTF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	0.5	250	Sulfá Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	1.157	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.16	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390c: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.009	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	-	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	3.1	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0030	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas



Cajamarca, 13 de agosto de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Dlgo. *John V. Salazar Cabañas*
COORDINADOR EJECUTIVO



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 6005 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	09/09/19 11:23
Fecha/hora de muestreo:	09/09/2019 10:10	Fecha de inicio del ensayo:	09/09/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	7112
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P2

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (21.5 °C)	7.65	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	230.9	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	113.2	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	1.5	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	11.1	250	Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.059	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.488	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.005	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	-	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	2.1	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0230	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 16 de septiembre de 2019



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Blgo. Jorge R. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS
C.M.P. N° 0001



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 6929 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	09/09/19 11:23
Fecha/hora de muestreo:	09/09/19 10:10	Fecha de inicio del ensayo:	09/09/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	7112
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P2

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
7112	-----	Manantial P2	94	<1.8

Nota: < 1.8: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012



Cajamarca, 16 de septiembre de 2019

DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Jorge R. Solórzano Cabaño
DIRECTOR EJECUTIVO DE SALUD AMBIENTAL



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 6004 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	09/09/19 11:23
Fecha/hora de muestreo:	09/09/2019 10:23	Fecha de inicio del ensayo:	09/09/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	7111
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P1

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (21.2 °C)	7.32	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	160.8	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	78.59	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	20	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	1.2	250	Sulfa Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	1.14	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.1	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.008	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	-	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	0.04	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0070	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 16 de septiembre de 2019



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCION EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Digo, Jorge B. Salazar Cabaña
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS
D.D. 310 2444



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 6928 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	09/09/19 11:23
Fecha/hora de muestreo:	09/09/19 10:23	Fecha de inicio del ensayo:	09/09/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	7111
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P1

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
7111	-----	Manantial P1	>1600	350

Nota: < 1.8: significa ausencia

Límite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012



Cajamarca, 16 de septiembre de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Bigo. Jorge R. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS
CISD N° 3644



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 8803 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	11/11/19 15:25
Fecha/hora de muestreo:	11/11/19 11:30	Fecha de inicio del ensayo:	11/11/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	9012
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P1

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
9012	-----	Manantial P1	>1600	193

Nota: < 1.8: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012



Cajamarca, 18 de noviembre de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Jorge R. Salazar Cabañas
Blgo. Jorge R. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 7666 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (datos por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	11/11/19 15:25
Fecha/hora de muestreo:	11/11/2019 11:30	Fecha de inicio del ensayo:	11/11/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	9012
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P1

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (21.1 °C)	7.2	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	169.47	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	83.07	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	7.61	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	0.573	250	Sulfá Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.599	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.218	2	BicinchoninateMethod. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390e: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.018	0.05	1,5 DiphenylcarbohydrazideMethod Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	-	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	1.6	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVacAmpuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0140	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 18 de noviembre de 2019



GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Bigo. Jorge R. Salazar Cabañas
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 7667 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho		
Dirección:	Cajamarca		
DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	11/11/19 15:25
Fecha/hora de muestreo:	11/11/2019 11:35	Fecha de inicio del ensayo:	11/11/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	9013
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P2

Ensayos	Resultados	LMP del D.S. N° 004-2017-MINAM "Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias"	Método de ensayo
pH (21.1 °C)	7.44	6.5 – 8.5	Método electrométrico. Parte 4500-H ⁺ B. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Conductividad (uS/cm)	198.1	1500	Método de Laboratorio. Parte 2510B. SMEWW. APHA AWWA-WEF. 22 TH Edition.
Sólidos Totales Disueltos STD (mg/l)	96.1	1000	Gravimétrico. Parte 2540C. SMEWW. APHA-AWWA-WEF. 22 TH Ed.
Turbidez (UNT)	8.13	5	SMEWW APHA AWWA WEF, Part 2130B, 22nd Edition, 2012, Turbidity, Nephelometric Method,
Cloro (mg/l)	-	-	Colorímetro, Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Sulfatos SO ₄ (mg/l)	5.867	250	Sulfá Ver 4 Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas
Hierro Fe (mg/l)	0.585	0.3	Ferro Ver Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Cobre: Cu (mg/l)	0.306	2	Bicinchoninate Method. Adaptado de Nakano, S. (Chemical Abstracts, 58 3390: 1963)
Cromo Cr ⁶⁺ (mg/l)	0.008	0.05	1,5 Diphenylcarbohydrazide Method Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas.
Nitrito: NO ₂ ⁻ (mg/l)	-	3	Diazotization Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Nitrato: NO ₃ ⁻ (mg/l)	1.8	50	Cadmium Reduction Method (Powder Pillows or AccuVac Ampuls)
Aluminio: (Al) (mg/l)	0.0187	0.9	Aluminon Method. Adaptado de Standard Methods para análisis de aguas

Cajamarca, 18 de noviembre de 2019



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL

Dña. Jorge R. Sánchez Cabaña
LABORATORIO DE AGUA Y AMBIENTES



GOBIERNO REGIONAL DE CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD CAJAMARCA
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL



“Año de la Lucha Contra la Corrupción y la Impunidad”

LABORATORIO DE SALUD AMBIENTAL
ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUAS
INFORME DE ENSAYO N° 8804 -2019

Solicitante:	Keilly Clarisa Calla Cacho
Dirección:	Cajamarca

DATOS DEL MUESTREO (dados por el solicitante)		CONTROL DE LABORATORIO	
Procedencia de la muestra:	Agua Subterránea	Fecha/hora de recepción:	11/11/19 15:25
Fecha/hora de muestreo:	11/11/19 11:35	Fecha de inicio del ensayo:	11/11/19
Muestreado por:	Keilly Clarisa Calla Cacho	Comprobante de pago:	MAD 4812254
Localidad:	Chim Chim Tres Cruces	DATOS DE LA MUESTRA	
Distrito:	Baños del Inca	Código de Laboratorio:	9013
Provincia:	Cajamarca	Código dado por el Solicitante:	-----
Departamento:	Cajamarca	Punto de muestreo:	Manantial P2

Código Lab.	Muestra		Ensayos	
	Código dado por el usuario	Punto de muestreo	Coliformes Totales : 35°C (NMP/100 ml)	Coliformes Fecales : 44,5°C (NMP/100 ml)
9013	-----	Manantial P2	292	25.4

Nota: < 1.8: significa ausencia
Límite de Detección del Método: < 1.8

Método de ensayo: Standard Method Part. 9000. Method 9221 B, E. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform Group. APHA, AWW, WEF. 22 th ed. 2012

Cajamarca, 18 de noviembre de 2019

GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
DIRECCION REGIONAL DE SALUD
DIRECCIÓN EJECUTIVA DE SALUD AMBIENTAL
Blgo. Jorge R. Salazar Cabana
LABORATORIO DE AGUA Y ALIMENTOS
NOR. 20.10.1